

ZEITSCHRIFT
für
Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie)
und
Pflanzenschutz

mit besonderer Berücksichtigung der Krankheiten
von landwirtschaftlichen, forstlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen.

39. Jahrgang.

Juli 1929

Heft 7.

Originalabhandlungen.

Mitteilung der Hauptstelle für Pflanzenschutz an der landwirtschaftlichen
Versuchsstation Rostock.

Der Kartoffelnematode

(*Heterodera Schachtii* Schm.)

Beiträge zur Biologie und Bekämpfung.

Von Ernst Reinmuth.

Mit 17 Abbildungen.

Im Jahre 1913 hat H. Zimmermann-Rostock zum ersten Mal auf eine Nematodenart an Kartoffeln hingewiesen, welche bereits seit 1912 in einem Gartengrundstück als Ursache starker Ertragsbeeinträchtigung bekannt geworden war¹⁾. An vorliegender Stelle, wie in nachfolgenden Berichten^{2) 3)} gab H. Zimmermann eine Zusammenstellung von Beobachtungen und Versuchen über den Schädling und wies auf dessen wirtschaftliche Bedeutung ausführlich hin. Der Schädling ist an Kartoffeln außer in Mecklenburg in größerem Ausmaße bisher noch in England, wo er in der Grafschaft Lincoln und in Yorkshire auftritt, und in Schweden bekannt geworden. In Mecklenburg vermehrte sich die Zahl der Meldungen von Nematodenherden erheblich. Die Krankheit ist besonders für den Kleinkartoffelbau zur ernststen Gefahr geworden. An vielen Stellen wurden totale Ernteaufälle beobachtet, welche lediglich auf Nematodenbefall zurückzuführen waren. Wie H. Zimmermann schon früher berichtet hat, stellten durchschnittlich zwei oder drei kleine Knollen den ganzen Ertrag einer nematodenkranken Pflanze dar⁴⁾. Gute Düngung und Kultur, sowie Saatgutwechsel hatten keinen oder einen nur sehr beschränkten Einfluß auf den Ertrag befallener Flächen gezeigt.

Durch Verordnung vom 24. Januar 1922, betreffend die Bekämpfung der Kartoffelnematoden⁵⁾, unterliegen die mit Kartoffeln bebauten Flächen der amtlichen Beaufsichtigung zum Zwecke der Bekämpfung des Schädlings. Über das Bekanntwerden von Seuchenherden muß unverzüglich Anzeige an die Ortspolizeibehörde gemacht werden, welche jede Meldung an die Hauptstelle für Pflanzenschutz Rostock weiterleitet. Die Verordnung schreibt weitgehende Nutzungsbeschränkungen für die befallenen Flächen und deren Ernten vor. Auf verseuchtem Boden dürfen später nur mit Genehmigung der Hauptstelle für Pflanzenschutz Kartoffeln gebaut werden. Bei Anbau von Kartoffeln auf gesunden Flächen können Knollen von nematodenbefallenen Beständen als Pflanzgut keine Verwendung finden.

Die durch Nematodenbefall erkrankten Kartoffeln zeichnen sich im allgemeinen schon äußerlich durch eine starke Wachstumsbeeinträchtigung und durch eine geringe Staudenhöhe aus. Es sind jedoch auch zahlreiche Fälle bekannt, wo trotz starken Befalles durch eine reichliche Stickstoffdüngung eine relativ kräftige Krautentwicklung beobachtet werden konnte. In jungen, noch eng begrenzten Seuchenherden ist das insel- oder nesterartige Auftreten von Fehlstellen typisch für den Befall. Die Pflanzen der betreffenden Stellen lassen meist schon unmittelbar nach dem Aufgang einen äußerst spärlichen Krautwuchs erkennen und sterben in der Mehrzahl der Fälle schon frühzeitig ab. Der Behang beschränkt sich auf nur wenige, sehr kleine Knollen. Betrachtet man die Wurzeln einer befallenen Pflanze näher, so läßt sich ein Braunwerden und Absterben der meisten Seitenwurzeln erkennen. Schon in seinen ersten Berichten wies H. Zimmermann darauf hin, daß eine stärkere Ausbreitung des *Rhizoctonia*-Pilzes auf den von Kartoffelnematoden befallenen Pflanzen zu beobachten sei. Die durch Nematodenbefall geschwächten Pflanzen scheinen gegenüber *Rhizoctonia* (es handelt sich meist um *Rhizoctonia solani*) eine besonders starke Anfälligkeit erlangt zu haben, so daß die Zersetzung der befallenen Wurzeln u. U. außerordentlich rasch um sich greift. Gegen Ende Juni bzw. Anfang Juli findet sich an den unterirdischen Pflanzenteilen, mit Ausnahme der Knollen, ein meist außerordentlich starker Besatz mit äußerlich anhaftenden, sackartig angeschwollenen Nematodenweibchen, welche sich im Laufe ihrer Entwicklung zur Brutkapsel (Zyste) umbilden. Sie lassen sich mit dem unbewaffneten Auge als äußerst kleine, anfangs weißlichgelbe, später im Reifezustand kastanienbraune Körnchen erkennen. Die Zysten sind rundlich und mit einem zapfenartigen, meist schwach gebogenen Fortsatz versehen, welcher das Kopfende des Weibchens darstellt. Im Innern der Zyste, welche im Reifezustand sehr leicht von der Wurzel abfällt, befinden sich die Eier, deren Zahl großen Schwankungen unterworfen ist. In den reiferen Eiern lagert der Faden-

wurm, ähnlich wie bei den Rüben nematoden, in eigentümlicher Weise verschlungen (vergl. Abb. 1—4).

Auf Grund seiner Beobachtungen kam H. Zimmermann im Jahre 1924 zu der Ansicht, daß „Kartoffel- und Rüben nematoden der gleichen Art (*Heterodera Schachtii* Schmidt) angehören, aber spezialisierte Formen sind, welche sich an ihre Nährpflanzen angepaßt haben“. Er hielt daher die Bezeichnung *Heterodera Schachtii* f. *solani* für zutreffend. H. Wollenweber⁶⁾ legte der von H. Zimmermann beschriebenen Form den Namen *Heterodera rostochiensis* bei, eine Bezeichnung, welche bis jetzt in der Literatur sehr weitgehend Eingang gefunden hat. Auch H. Goffart⁷⁾ gelangte zu dem Ergebnis, daß es sich bei dem Kartoffelnematoden nicht um eine selbständige Art, sondern lediglich um eine biologische Rasse von *Heterodera Schachtii* handelt. Denselben Standpunkt vertritt J. Triffitt hinsichtlich der in der Grafschaft Lincoln an Kartoffeln auftretenden Nematoden. Schon 1881 berichtet J. Kühn über die Auffindung heteroderen-befallener Kartoffeln. Es muß jedoch angenommen werden, daß es sich in diesen Fällen um ein zufälliges und harmloses Vorkommen gehandelt hat, da genauere Angaben über beobachtete Schäden an Kartoffeln von J. Kühn nicht gemacht worden sind. In dem von J. Vañha und J. Stoklasa im Jahre 1896 aufgestellten Verzeichnis⁸⁾ ist die Kartoffel unter 23 nicht anfälligen Pflanzenarten erwähnt.

Das Auftreten des Kartoffelnematoden in Mecklenburg ist insofern interessant, als es sich im vorliegenden Falle um eine streng differenzierte, praktisch ausschließlich an die Kartoffel angepaßte Form von *Heterodera Schachtii* handelt, deren direkte Ableitung von der an der Zuckerrübe lebenden Form schon deshalb nicht möglich ist, als bislang das endemi-



Abb. 1. Kartoffel-Nematode.
Kranke Pflanze m. Eierkapseln a. d. Wurzeln
1. Eierkapseln (Zysten). 2. Absterbender
Wurzelstock. 3. Absterbende Seitenwurzeln.
4. Infolge Nematodenbefalles welkendes Blatt.
Originalzeichn. d. Verf.

sehe Vorkommen von Zuckerrüben nematoden im Beobachtungsgebiet nicht bekannt geworden ist. Auch befinden sich die bis jetzt gemeldeten Seuchenherde keineswegs in Zuckerrübenwirtschaften oder auf Böden, welche in früheren Jahren wiederholt mit Zuckerrüben bestellt gewesen waren.

Bekanntlich hat die an Zuckerrüben lebende Form von *Heterodera Schachtii* eine mehr oder minder große Anpassungsfähigkeit an Hafer. Das Auftreten von Hafernematoden ist zwar in den letzten Jahren in Mecklenburg stärker beobachtet worden, eine Vergesellschaftung der Parasiten beider Wirtspflanzen läßt sich jedoch in Mecklenburg ebenfalls nicht nachweisen. Eine Überwanderung der an Kartoffeln lebenden Nematoden an Hafer und umgekehrt konnte bis jetzt weder im Versuch

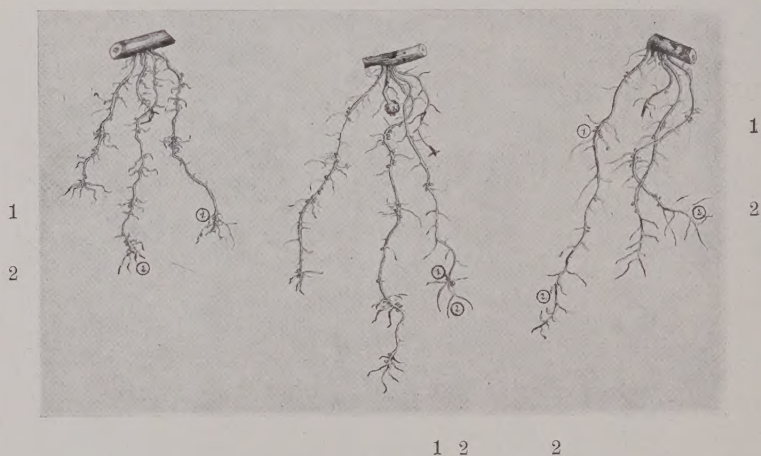


Abb. 2. Kartoffel-Nematode.

Mit Eierskapseln behängte Seitenwurzeln.

1. Eierskapseln (Zysten). 2. Absterbende Wurzelspitzen.

Originalzeichn. d. Verf.

noch in der Praxis beobachtet werden. Es gelang jedoch andererseits bereits H. Zimmermann im Feldversuch durch mehrjährigen Anbau von Zuckerrüben auf der gleichen Fläche und später H. Goffart im künstlichen Infektionsversuch, die Kartoffelnematoden auf Rüben zur Fortpflanzung zu bringen.

Die Ansicht von W. Baunacke⁹⁾, daß eine Anpassung des Schädling an die Kartoffel durch Überwanderung von den an schwarzem Nachtschatten lebenden Tieren erklärt werden könne, erscheint im vorliegenden Falle unwahrscheinlich zu sein, da im Gegensatz zu den von W. Baunacke gemachten Feststellungen, daß der schwarze Nachtschatten auf Nematodenherden stellenweise stark befallen wird, für

Mecklenburg nicht bestätigt werden kann. Auch an sonstigen in Nematodenherden häufigen Unkräutern konnte bei den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen kein Befall durch Kartoffelnematoden nachgewiesen werden. H. Zimmermann²⁾ berichtet, daß an den Unkräutern Hirten-täschel, Windenknöterich, Hundskamille, Melde, Ackersenf, gewöhnliches Kreuzkraut, Franzosenkraut, Ackermintze, Pippau, Vogelmiere, Lichtnelke, Rauke, Windhalm und Ackerbrombeere ein Nematodenbefall nicht festzustellen war. Von mir selbst wurden nachfolgende Pflanzen, welche sich auf einer zur Verfügung stehenden, stark verseuchten Versuchsfläche ausgebreitet hatten, einer eingehenden mikroskopischen Untersuchung unterzogen:

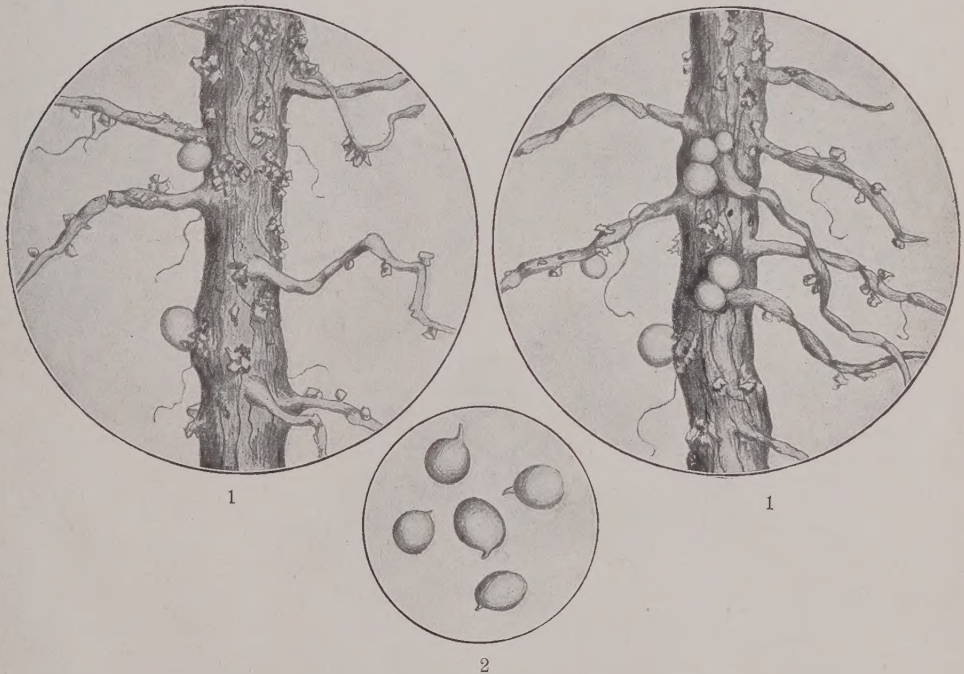


Abb. 3. Kartoffel-Nematode.

1. Mit reifen Eierkapseln behängte Seitenwurzeln. 2. Eierkapseln (Zysten).
Originalzeichnung d. Verf.

Borraginaceae: *Myosotis arenaria* (Sandvergißmeinnicht).

Caryophyllaceae: *Cerastium arvense* (Ackerhornkraut), *Spergula arvensis* (Feldspörgel), *Stellaria media* (Vogelmiere).

Chenopodiaceae: *Chenopodium album* (gemeiner Gänsefuß).

Compositae: *Cirsium arvense* (Ackerdistel), *Galinsoga parviflora* (Franzosenkraut), *Senecio vulgaris* (gemeines Kreuzkraut).

Cruciferae: *Capsella bursa pastoris* (Hirtentäschel).

Euphorbiaceae: *Euphorbia helioscopia* (sonnenwendige Wolfsmilch).

Labiatae: *Galeopsis Ladanum* (Ackerdaun), *Mentha arvensis* (Ackermanze).

Papaveraceae: *Papaver Rhoeas* (Klatschrose).

Polygonaceae: *Polygonum Convolvulus* (Windknöterich).

Gramineae: *Apera Spica venti* (Windhalm), *Avena sativa* (Hafer), *Dactylis glomerata* (Knaulgras), *Poa annua* (einjähriges Rispengras), *Poa pratensis* (Wiesenrispengras), *Poa trivialis* (gemeines Rispengras), *Triticum repens* (Quecke).

Equisetaceae: *Equisetum arvense* (Ackerschachtelhalm).



Abb. 4. Kartoffel-Nematode.

1. Aufgeplatzte Zyste mit Eiern und einigen freien Larven. 2. Larven mit deutlichem Mundstachel. 3. Reife Eier.

Originalzeichnung d. Verf.

Sämtliche Pflanzen zeigten sich frei von Befall durch *Heterodera Schachtii*.

Die Ansicht von H. Goffart, daß der Nematode seinen Weg über bestimmte Gartengewächse (Kohlarten, Spinat, Küchenkräuter, Zierpflanzen) zur Kartoffel genommen habe, erscheint wenig Wahrscheinlichkeit zu besitzen, in Anbetracht der Tatsache, daß auch bei eingehender mikroskopischer Untersuchung solcher in Nematodenherden gewachsenen Pflanzen niemals ein Befall erkannt werden konnte*).

Bei den in Gefäßversuchen auf stark verseuchtem Boden von mir geprüften Vertretern der Solanaceenfamilie: *Solanum nigrum* (schwarzer Nachtschatten), *Datura Stramonium* (Stechapfel), *Atropa Belladonna* (Tollkirsche), *Hyoscyamus niger* (Bilsenkraut), *Nicotiana rustica* (Bauern-tabak), *Nicotiana Tabacum* (virginischer Tabak), *Solanum tuberosum* (Kartoffel, Sämlinge!), *Solanum Lycopersicum* (Tomate), *Nicandra physaloides* (Giftbeere), *Scopolia carniolica* (Skopolie), die in jeweils drei Parallelen zur Aussaat gekommen waren, konnten außer der Kartoffel lediglich bei der Tomate ein Befall durch Kartoffelnematoden festgestellt werden. Der Befall äußerte sich makroskopisch außer der Ausbildung von trächtigen Weibchen bzw. Zysten, welche in ihrer Form mit denen an Kartoffelwurzeln übereinstimmten, durch gallenartige Auftreibungen der Wurzeln (vergl. Abb. 5). Auf Grund der von mir gemachten Beobachtung, daß bei sämtlichen mit Tomaten angesetzten Gefäßen im Gegensatz zu Kartoffeln im Ablaufwasser zahlreiche Larven vorhanden waren, möchte ich den Schluß



Abb. 5.

Von Kartoffelnematoden befallene
Tomatenwurzel. Aufn. d. Verf.

ziehen, daß die von der Tomate aktivierten Larven nur bis zu einem gewissen Prozentsatz imstande waren, die Tomatenwurzel gleichzeitig auch anzugreifen. In der Praxis ist zudem diese Form der Tomaten-erkrankung bis jetzt noch nicht bekannt geworden, so daß auch die

*) H. Zimmermann erwähnt unter den nicht befallenen Kulturpflanzen eines Seuchenherdes folgende Gartengewächse: Buschbohne, Erbse, Pferdebohne, Kohlarten, Gurke, Kürbis, Möhre, Runkelrübe, Rhabarber, Erdbeere, Petersilie, Porree.

Tomate als die eigentliche Trägerin der Verseuchung wohl kaum angesehen werden kann.

Wir müssen somit annehmen, daß der vorliegende *Heterodera*-Stamm infolge eines ständigen Anbaues von Kartoffeln auf derselben Fläche sich an diese anzupassen vermochte und einer allmählichen Überleitung bezw. Einschleppung durch andere Pflanzenarten nicht bedurfte. Bei seinem streng monophagen Charakter ist bei dem vorliegenden Stamm eine derartig starke Spezialisierung eingetreten, daß er sowohl in physiologischer als auch morphologischer Hinsicht mehr oder minder stark von den allgemeiner bekannten Formen derselben Art abweicht. Die Frage, wie weit diese Abweichungen durch erbkonstante Anlagen begründet sind bezw. durch die Art der Fruchtfolge beeinflußt werden können, ist heute noch nicht völlig geklärt. Durch die Einrichtung von Dauerparzellen, welche ständig mit derselben Pflanzenart zu bebauen sind, sollen die Bedingungen und die Art der Umstellung des Kartoffelstammes auf Hafer, Weißkohl, Wruken und Runkelrüben näher untersucht und das Verhalten insbesondere auch der an Zuckerrüben angepaßten Form des Kartoffelstammes geprüft werden.

Daß durch die Anpassung an eine neue Wirtspflanze bestimmte morphologische Abweichungen des Nematoden bedingt werden, ist bereits von H. Zimmermann und H. Goffart bezüglich der an die Zuckerrübe angepaßten Form des Kartoffelstammes hervorgehoben worden. So machte ersterer darauf aufmerksam, daß die Eier der an den Rübenwurzeln gebildeten Zysten im Gegensatz zu ihrer ursprünglichen Form eine schwache Einbuchtung der einen Längsseite erkennen ließen (Nierenform!). H. Goffart stellte fest, daß die Form der Zysten von der Art der Wirtspflanze unmittelbar beeinflußt wird und wies nach, daß die für die Zysten der Kartoffelnematoden typische Gestalt (Kugelform, Fehlen der Vulva) bei der Anpassung an die Zuckerrübe verloren geht. J. Triffitt hob hervor, daß bei dem Kartoffelstamm die kaudalen Randlappen sowie die Spicula des Männchens bedeutend kräftiger entwickelt sind als bei der an der Zuckerrübe lebenden Form.

In seiner Arbeit „On the Morphology of *Heterodera Schachtii* with Special Reference to the Potato-strain“ veröffentlichte J. Triffitt¹⁰⁾ eine Reihe von Messungen an dem von ihm genauer untersuchten Lincolnshire-Stamm und setzte dieselben in Vergleich mit den bisher in der Literatur für die verschiedenen *Heterodera*-Stämme angegebenen Größenverhältnissen. Die von ihm gefundenen Zahlen habe ich durch Messungen am eigenen Material nachgeprüft und eine annähernde Übereinstimmung der mittleren Größen beider Kartoffelstämme feststellen können. (Vergl. Tab. 1.)

Tabelle 1.

Größenverhältnisse der braunen Zyste des Kartoffelstammes von *Heterodera Schachtii* in Millimetern:

Stamm	Länge		Dicke	Länge zu Dicke im Mittel	Halslänge
	Min.	Max.			
Stamm Lincolnshire	0,05	0,95	0,03—0,80	1,37	0,064
Stamm Mecklenburg	0,150	0,904	0,135—0,889	1,22	0,073 (0,187—0,025)

Wie schon J. Triffitt bezüglich des Lincolnshire-Stammes hervorhob, zeichnet sich der Kartoffelstamm gegenüber den an Zuckerrüben bzw. Hafer lebenden Formen durch eine große Variabilität aus, so daß es außerordentlich schwer ist, die endgültige Größe des Stammes im Maximum und Minimum festzulegen. Auffallend ist jedoch, daß trotz der beträchtlichen Schwankungen der Zystengröße eine wesentliche Verschiedenheit in der Größe der Eier nicht beobachtet werden kann. Die Größe der Eier steht in keinem Verhältnis zu derjenigen der Zyste.

Auch in der Größe der frisch geschlüpften Larven konnte eine Übereinstimmung zwischen dem Lincolnshirestamm und dem Stamm Mecklenburg festgestellt werden. Nach J. Triffitt beträgt die mittlere Größe der Larve 0,458 mal 0,026 mm. Nach den von mir durchgeführten Messungen wurde das Mittel 0,468 mal 0,020 mm errechnet.

Über die Anzahl der in einer Zyste enthaltenen Eier macht J. Triffitt keine näheren Angaben. Bei den von mir untersuchten Zysten schwankte die Zahl der Eier zwischen 448 im Maximum und 28 im Minimum. Die Zahl der Eier steht im allgemeinen bei der jungen Zyste im proportionalen Verhältnis zu deren Größe.

Bei der Verteilung der Nematodenherde in Mecklenburg ist auffallend, daß diese vorwiegend in Gegenden mit leichten Bodenverhältnissen anzutreffen sind, während auf schweren Böden trotz ständigen Kartoffelbaues nur selten ein Befall zu beobachten ist. Diese Tatsache läßt zunächst auf eine gewisse Beeinflußbarkeit des Schädlings durch die Zusammensetzung des Bodens bzw. durch dessen physikalische Struktur schließen*). Zur Prüfung der Frage wurden verschiedene Boden-Sandgemische mit der jeweils gleichen Zystenmenge beimpft und jedes Gemisch in je 5 Gefäßen mit Knollen der Sorte „Böhms Edeltraut“ bepflanzt. Der ursprüngliche nematodenfreie Boden besaß

*) Auch scheint in diesem Zusammenhang die Anschauung von E. Berliner und K. Busch¹¹⁾, daß die *Heterodera*-Larven nur die durch Quarzkörnchen und dergl. verletzten Wurzeln zu befallen mögen, sehr viel Wahrscheinlichkeit zu besitzen. Die Möglichkeit von Wurzelverletzungen ist bei sandigen Böden ohne Zweifel größer als bei solchen mit überwiegendem Tongehalt.

einen Gehalt von 98 % Feinerde (kleiner als 2 mm) mit ca 41 % abschlämmbaren Teilen. Nach seiner gesamten Struktur war er als „schwererer“ Boden anzusprechen. Die Korngröße des zur Mischung benutzten Quarzsandes war durchweg kleiner als 0,5 mm. Mit Ausnahme einer Versuchsreihe reinen Sandes blieben sämtliche Gefäße ohne Düngung. Bei Erhaltung einer gleichmäßigen Bodenfeuchtigkeit konnte eine annähernd gleichförmige Krautentwicklung erzielt werden. Die Durchwurzelung des Bodens war im allgemeinen eine kräftige. Nachdem sämtliche Pflanzen abgestorben waren, wurden dieselben aus den Gefäßen entfernt, die Zysten sorgfältig von den Wurzeln abgestreift und mit dem Boden vermengt.

Von dem Boden jedes Gefäßes wurden Durchschnittsproben gezogen und zwecks späterer Abschlämmung der Zysten getrocknet. Die Auszählung lieferte folgendes Ergebnis:

Tabelle 2.

Verhältnis Boden: Sand	Anzahl der Zysten in 100 cem im Mittel
reiner Boden	153
5:2	276
1:1	259
2:5	241
reiner Sand (gedüngt)	159
reiner Sand (ungedüngt)	112

Demnach hatte ein Zusatz von Sand zum ursprünglichen Boden eine erhebliche Vermehrung des Zystenbesatzes bewirkt. Eine Steigerung des Besatzes proportional des Boden = Sandverhältnisses konnte jedoch nicht beobachtet werden. Auffallend war, daß die Zysten bei allen Kulturen mit reinem Boden im Vergleich zu denen mit reinem Sand hinsichtlich ihrer Größe eine stärkere Variabilität aufwiesen und im Gegensatz zu diesen einen erheblichen Prozentsatz kleiner Exemplare zeigten. Da die Zahl der Eier in unmittelbarem Verhältnis zur Zystengröße steht, dürfte die stärkere Vermehrung des Nematoden in Böden mit vorherrschendem Sandgehalt anzunehmen sein.

Die Aufzucht von Nematoden an Kartoffeln auf künstlichem Nährboden.

Die oben erwähnte Veröffentlichung von E. Berliner und K. Busch gab Veranlassung, auch mit Kartoffelnematoden Kulturversuche auf künstlichem Nährboden durchzuführen. Es war hierbei in erster Linie beabsichtigt, das Verhalten der Larven des Kartoffelstammes

gegenüber der Wirtspflanze näher zu erforschen und insbesondere die von den genannten Autoren auf Grund ihrer Beobachtungen mit Rüben-nematoden gemachten Ergebnisse, „daß die Larven derselben nur in verletzte Wurzeln einzudringen vermögen“, auch bezüglich des Kartoffel-stammes zu prüfen.

Die Auswahl eines für die Kultur von Kartoffeln geeigneten Nähr-substrates machte Vorversuche notwendig, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. Die Versuche ergaben, daß Gelatine-Nähr-böden für die beabsichtigten Zwecke durchaus unbrauchbar waren, da infolge der trotz sorgfältiger Arbeit stets unvollkommenen sterilen Haltung bei diesen schon nach wenigen Tagen eine Verflüssigung ein-setzte. Brauchbare Substrate gaben Agarplatten ab, welche einen Gehalt von 3 % Agar aufwiesen. Die Auswahl der Nährlösung erfolgte in An-lehnung an die Arbeiten von H. Burgeff¹²⁾. Die von ihm zur künst-lichen Kultur von Orchideen benutzte Nährlösung nach A. Meyer fand bei den vorliegenden Versuchen in halber Konzentration Ver-wendung. Die Zusammensetzung war folgende:

0,5 g KH_2PO_4
0,05 g CaCl_2
0,05 g NaCl
0,15 g $\text{MgSO}_4 + 7 \text{H}_2\text{O}$
Spuren von Fe_2Cl_6
1000 g destilliertes Wasser.

In dieser Nährlösung wurde der kurz gebrochene Stangenagar aufgequellt und 24 Stunden stehen gelassen. Alsdann wurde die Masse vorsichtig erhitzt, eine Stunde lang gekocht, dann heiß durch Glas-watte in ca. 50 ccm-Portionen in Erlenmeyerkolben gegossen und die-selben mit Watte verschlossen. Vor dem jeweiligen Ausgießen des Agars wurde nochmals ca. $\frac{1}{2}$ Stunde bei 100°C sterilisiert. Als Keim-schalen kamen 3 cm hohe Petrischalen zur Anwendung, welche bei 160°C sterilisiert worden waren. Der in ca. 1 cm dicker Schicht aus-gegossene Agar wies eine genügende Durchsichtigkeit auf.

Die Entwicklung eines hinreichend kräftigen Wurzelsystems wurde durch die Heranzucht von Augensprossen erzielt. Es muß bemerkt werden, daß auch ohne jeden Zusatz von Mineralstoffen Larveninvasionen erreicht wurden, die Ausbildung eines genügend starken Wurzelsystems blieb jedoch regelmäßig gegenüber Nährlösungskulturen zurück. Für die Heranzucht von Kartoffelsämlingen war die angewandte Kultur-methode nur wenig geeignet, trotzdem die Keimwurzeln ohne Ausnahme in das Nährsubstrat einwuchsen. Es zeigte sich, daß im Verhältnis zur Keimwurzel der Sproß durchweg ein zu rasches Längenwachstum entfaltete, infolge dessen die Kotyledonen sehr bald den Glasdeckel berührten und durch das Kondenswasser des Deckels in Fäulnis übergingen.

Bei der Kultur von Augensprossen wurde wie folgt verfahren. Glattschalige Knollen der Sorte „Industrie“ wurden mit einer 0,125 %igen Germisanlösung durch 20 Minuten langes Tauchen gebeizt und sodann in sterilem Wasser abgewaschen. Mit abgeflamtem Skalpell wurden sodann vom Kronenende jeweils die kräftigsten Augen mitsamt einer ca. 3 qcm großen Schalenfläche als ca. 5–6 mm dicke quadratische Stückchen herausgeschnitten, zunächst auf eine Agarplatte ohne Nähr-



Abb. 6. Agarkultur.
Aufn. d. Verf.

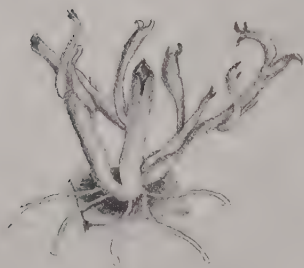


Abb. 7. Agarkultur.
Entwicklung eines Augensprosses nach
wiederholtem Abschneiden d. Hauptriebe.

Originalzeichn. d. Verf.

lösung gebracht und im Licht teils bei wechselnder Zimmertemperatur, teils bei ca. 20° C im Keimkasten aufgestellt. Nach einer genügend starken Entwicklung von Keim und Wurzeln wurden die so erhaltenen „Stecklinge“ in frische Petrischalen versetzt, welche mit dem eigentlichen Nährsubstrat beschickt worden waren. Hier konnte schon nach 3 bis 4 Tagen das Einwachsen der Wurzeln in den Agar beobachtet werden (vergl. Abb. 6 und 7). Sie

durchdrangen fast durchweg die gesamte Nährschicht bis zum Boden der Petrischale und setzten dann unter Bildung von Nebenwurzeln ihr Wachstum in horizontaler Richtung fort. Die Möglichkeit einer mikroskopischen Beobachtung sämtlicher Vorgänge an den Wurzeln war somit auch bei älteren Kulturen mit oft getrübttem Nährsubstrat noch gegeben. Bei hinreichend dünnen Petrischalen konnte in den meisten Fällen mit dem Leitz'schen Objektiv 5 mikroskopiert und eine 267fache Vergrößerung erzielt werden.

Nach dem Einwachsen der Wurzeln in das Nährmedium wurde die Infektion der Platten vorgenommen. Auf einem Uhrglasschälchen

wurden jeweils mehrere Zysten mit einem Glasstab in einem Tropfen Wasser zerdrückt und die Larven und Eier nach Entfernung der braunen Zystenhaut auf die Oberfläche der Platten durch Abtupfen übertragen. Die infizierten Platten wurden nunmehr im verdunkelten Keimkasten bei einer Temperatur von 20—25° C aufgestellt.

Vorausschickend muß bemerkt werden, daß bei sämtlichen Versuchen, welche in den Wintermonaten des Jahres 1927/28 zur Durchführung kamen, nur bei der geschilderten Art der Übertragung Wurzelinfektionen erzielt wurden, daß jedoch die Übertragung von unverletzten Zysten in jedem Falle erfolglos geblieben war. Wie auch aus anderer Stelle hervorgeht*), scheint beim Verhalten der Larven eine bestimmte Periodizität zwischen vorwiegender Agilität (in den Sommermonaten) und einem gewissen Ruhezustand während der Wintermonate anzunehmen zu sein. Daß bei dieser Periodizität Temperaturunterschiede allein nicht ausschlaggebend sein können, beweisen die negativen Ergebnisse mit Zysten bei Versuchen, welche bei Wärmegraden durchgeführt wurden, die einer mittleren Sommertemperatur durchaus entsprachen. Nur dort, wo die Larven der schützenden mütterlichen Hülle beraubt worden waren, vermochten sie, scheinbar zwangsläufig, ihre winterliche Ruheperiode zu durchbrechen und der Nahrungssuche nachzugehen.

Die Bewegungen der Larven waren, mit nur wenigen Ausnahmen, in den ersten Tagen der Übertragung außerordentlich träge. Während die meisten Larven auf der Oberfläche der Agarplatte entweder regungslos liegen blieben oder sich sehr langsam in horizontaler Richtung fortbewegten, konnte bei vereinzelt Larven zum ersten Mal nach 3 Tagen eine positive Orientierung nach der Wirtspflanze festgestellt werden. Sie waren in das Nährsubstrat eingedrungen und wanderten unter kräftigen Krümmungsbewegungen auf die Wurzel zu. Nach abermals 3 Tagen, also 6 Tage nach ihrer Übertragung, hatten im günstigsten Falle zahlreiche Larven die Wurzel der Wirtspflanze erreicht (vgl. Abb. 8). Auffallend war jedoch, daß trotz der Lebhaftigkeit der Larven ein Eindringen derselben in das Wurzelgewebe zunächst nicht beobachtet werden konnte. Übereinstimmend mit den Feststellungen von E. Berliner und K. Busch konnten mehrere Larven beobachtet werden, welche das Kopfbende anscheinend mit großem Kraftaufwand gegen die Wurzelepidermis stemmten und oft plötzlich von dieser abrutschten. Diese Beobachtungen schienen die Vermutungen der genannten Autoren, „daß der Rüben-nematode nur durch Verletzungen der Wurzelepidermis einzudringen vermag“, auch für die Larven der Kartoffelnematoden zu bestätigen. Sie gaben Veranlassung, auch im vorliegenden Falle in Übereinstimmung mit E. Berliner und K. Busch Kulturen unter Zusatz von Quarzsand

*) Vergleiche auch Versuche über das Verhalten der Larven außerhalb der Wirtspflanze.



Abb. 8.

Agarkultur.

Durch Kartoffelwurzeln angelockte Larven.
Aufn. d. Verf.



Abb. 9. Agarkultur.

Zwei an der Wurzelspitze festsitzende, in
Umwandlung zu geschlechtsreifen Weib-
chen begriffene Larven. Aufn. des Verf.



Abb. 10

Agarkultur.

Entwicklung eines befruchteten Weibchens.
Aufn. d. Verf.

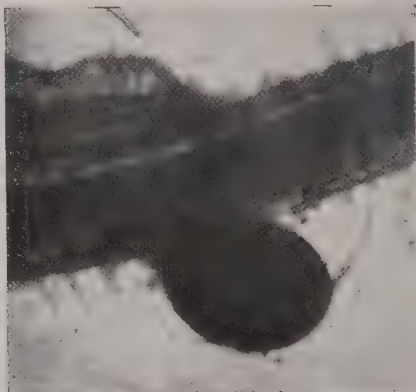


Abb. 11. Agarkultur.

Derselbe Wurzelteil wie Abb. 10, jedoch
9 Tage später aufgenommen.
Aufn. d. Verf.

anzusetzen, teils um hierdurch direkt Wurzelverletzungen herbeizuführen, teils um den Larven bei ihren Invasionsversuchen Stützpunkte zu geben. Es zeigte sich jedoch sehr bald, daß diese Maßnahme nicht erforderlich war, da inzwischen bei mehreren Kulturen ohne Sandzusatz in die Wurzel eingedrungene Larven festgestellt werden konnten. Die erste Beobachtung wurde hierbei 23 Tage nach Übertragung der Larven gemacht. Eine begünstigende Einwirkung auf den Befall konnte weder durch Zusatz von Quarzsand noch durch Anstechen der Wurzeln mittels einer Nadel in unmittelbarer Nähe von Larven erzielt werden. Das Eindringen der Larven war zumeist an vollständig intakten Wurzelteilen erfolgt. Die absolute Angriffsfähigkeit der *Heterodera*-Larve gegenüber der Kartoffelwurzel war hiermit im Versuch einwandfrei erwiesen.

Die im Innern der Wurzel zur Ruhe gekommenen Larven zeigten in kurzer Zeit ein deutliches Dickenwachstum (vergl. Abb. 9, 10 und 11) und die

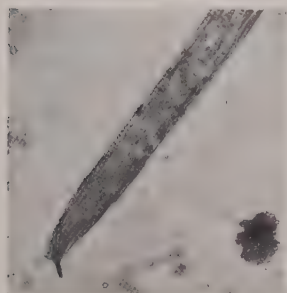


Abb. 12. Agarkultur.
Männchen mit Spicula.
Aufn. d. Verf.

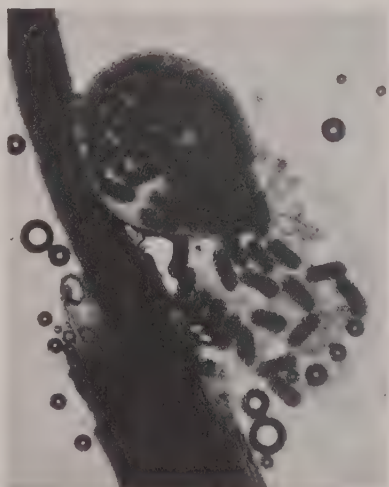


Abb. 13.
In Agarkultur entwickelte Zyste
Aufn. d. Verf.

für *Heterodera Schachtii* charakteristische Umwandlung in die geschlechtsreifen Tiere, welche in 14—15 Tagen abgeschlossen wurde. Bei den freigewordenen Männchen traten die beiden Spicula durch ihre bedeutende Länge auffallend in die Erscheinung (vergl. Abb. 12). Die Entwicklung der befruchteten Weibchen von der festsitzenden Larve bis zur Ausbildung von Eiern dauerte im günstigsten Falle 30 Tage. Hierbei wurden 55 Eier, von denen 2 leer waren, gezählt (vergl. Abb. 13). Die Ausbildung von Zysten war bei ein und derselben Kultur zeitlich verschieden. In einigen Fällen konnten neben vollständig reifen Zysten noch einwandernde Larven beobachtet werden.

Ein Auswandern von Larven aus den frisch gebildeten Zysten wurde in keinem Falle festgestellt. Hiernach ist die Annahme von A. Strubell, O. Fuchs u. a., daß „unter günstigen Verhältnissen 5—6 Generationen des Schädling in einem Jahr zur Ausbildung kommen können“, für den Kartoffelstamm nicht sehr wahrscheinlich. Der Annahme dürfte auch für den Rübenstamm eine sichere Begründung fehlen, da ihr in keinem Falle die Ergebnisse unmittelbarer Versuchsanstellungen zugrunde liegen. Vermutlich hat die in verschiedenen Zeitabschnitten an den kontrollierten Pflanzen beobachtete Zystenreife, welche sich unter Umständen über Monate erstrecken kann, zu der vorliegenden Annahme verleitet. Eine Auswanderung von Larven aus der noch an der Wurzel festsitzenden unbeschädigten jungen Zyste dürfte nach den bis jetzt gemachten Beobachtungen bei den Kartoffelnematoden auch in natürlichen Verhältnissen nicht wahrscheinlich sein, so daß die Bildung mehrerer Generationen an derselben Pflanze kaum angenommen werden kann.

Der künstliche Infektionsversuch zeigte die Übereinstimmung im Entwicklungsverlauf zwischen Kartoffel- und Rübenstamm. Auch die Wurzelinvasion der Larven vollzieht sich bei beiden Formen in gleicher Weise, indem dieselben nur jeweils bis zum Zentralzylinder vordringen und in den meisten Fällen ein Teil des Körpers ganz außerhalb der Wurzel verbleibt. Eine Wanderung der Larven im Wurzelgewebe konnte bei den vorliegenden Versuchen in keinem Falle festgestellt werden. Wir haben es demnach mit einem typischen Ektoparasiten zu tun.

Beim Eindringen der Larven in das Wurzelgewebe spielt der Mundstachel ohne Zweifel eine gewisse Rolle. Die eigentliche Funktion des Mundstachels der *Heterodera*-Larve ist indessen verschieden ausgelegt worden. Die ursprüngliche Annahme von A. Strubell¹³⁾, daß es sich bei demselben lediglich um ein Perforationsorgan handelt, dessen Wirkung durch rhythmisches Vorwärts- und Rückwärtsstoßen erhöht wird, ist inzwischen widerlegt worden. Auch bei den vorliegenden Versuchen wurde eine Bewegung des Mundstachels bei den Anstrengungen der Larven, die Wurzelepidermis zu durchstoßen, nicht festgestellt. Die Ansicht von G. Steiner¹⁴⁾, daß der Mundstachel in erster Linie der Zuleitung besonderer Auflösungssekrete in das Innere der Wurzelzellen dient, dürfte nicht ganz von der Hand zu weisen sein. Auch Némec und W. Baunacke⁹⁾ neigen zu der Ansicht, daß ein chemisches Verhältnis zwischen Wirtschaftspflanze und Nematoden besteht. Sie vermuten eine besondere Reizwirkung, welche von dem Wurm auf das Wurzelgewebe ausgeübt wird. Offenbar dient das unmittelbar hinter dem Basalknopf des Mundstachels gelegene Drüsengewebe zur Erzeugung besonderer Reizsekrete.

Versuche über das Verhalten der Larven außerhalb der Wirtspflanze.

Bei verschiedenen Arten von Nematoden ist bekannt, daß sie außer ihrer rein parasitären Lebensweise als Saprophyten zu leben vermögen. In den Arbeiten über die saprophytische Züchtung von parasitischen Nematoden von Hilgermann und Weißenberg¹⁵⁾ wurde der Nachweis geliefert, daß die Züchtung von parasitischen Nematoden außerhalb des Wirtes unter bestimmten Bedingungen möglich ist. In den vorliegenden Arbeiten, in welchen es sich in erster Linie um Tierparasiten handelt, wurde jedoch der Gattung *Heterodera* nicht genügend Beachtung geschenkt. In ihren Versuchen über *Tylenchus devastatrix* an Klee hat S. Rostrup¹⁶⁾ gezeigt, daß dieser Schädling monatelang in den oberen Schichten eines Düngerhaufens leben kann und im Klee-Stroh selbst einen Aufenthalt von 3 Jahren verträgt. Haben wir es hier mit einem echten Parasiten zu tun, so tritt bei den als Halbparasiten bezeichneten Arten, wie z. B. bei Vertretern der Gattung *Cephalobus*, *Plectus*, *Rhabditis* u. a. die Ernährung von der toten organischen Substanz immer stärker in den Vordergrund. Auch reine Saprophyten vermögen gelegentlich einen schädlichen Einfluß auf den pflanzlichen Organismus auszuüben.

In entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht muß angenommen werden, daß die Art *Heterodera Schachtii* vermutlich aus freilebenden Formen hervorgegangen ist. Von besonderem Interesse scheint denn auch bei dem vorliegenden Schädling die Frage der Existenzfähigkeit außerhalb der Wirtspflanze zu sein. Sie ist von verschiedenen Autoren, so u. a. von J. Chatin und A. Strubell erörtert worden. Die Angabe von J. Chatin¹⁷⁾, daß die z. Zt. bekannten Heteroderenformen generationenlang in pflanzenfreiem Boden leben und sich fortpflanzen können, dürfte heute wohl keine ernstliche Beachtung mehr verdienen. A. Strubell¹³⁾ gibt an, in lediglich humusreicher Erde Larven in spätere Stadien (geschlechtsreife Weibchen und „fast fertig ausgebildete Männchen“) übergeführt zu haben. Diesen Angaben stehen die Beobachtungen anderer Forscher entgegen. So vermochten E. Berliner und K. Busch auf den von ihnen benutzten Agarplatten niemals eine Weiterentwicklung der Jugendstadien außerhalb des pflanzlichen Gewebes festzustellen. Auch W. Baunacke konnte in seinen Untersuchungen nichts beobachten, was mit Sicherheit auf eine nichtparasitäre Entwicklung des Rübenstammes von *Heterodera* hinwies.

Um hinsichtlich des Verhaltens der Larven des Kartoffelstammes außerhalb ihrer Wirtspflanze Klarheit zu schaffen, wurden verschiedene Lösungen bzw. Substrate hergestellt und mit dem Inhalt von je 20 Zysten besickt. Bei der Auswahl der Substrate waren z. T. Erwägungen

maßgebend, die bei Besichtigungen von Nematodenherden gemacht worden waren. So erfolgte die Auswahl von Jauchelösungen verschiedener Konzentrationen auf Grund von Feststellungen bei einer örtlichen Besichtigung im südlichen Mecklenburg, nach welchen der Befall ganz besonders dort stark aufgetreten war, wo häufiger Schweinejauche verabreicht wurde. Die Versuche sollten, soweit eine geschlechtliche Fortpflanzung in den einzelnen Substraten nicht erzielt werden konnte, einen Aufschluß über die Beeinflussung der Larven durch dieselben geben und die Verschiedenartigkeit der Substrate hinsichtlich der Erhaltung eines agilen Larvenzustandes zeigen.

Die betreffenden Kulturen wurden im Winter 1927/28 angesetzt und teils bei wechselnder Zimmertemperatur, teils im Keimkasten bei einer mittleren Temperatur von 20° C gehalten. Als Substrate dienten: destilliertes Wasser, Schneewasser, Leitungswasser, Bodenablaufwasser, 0,75 %ige Kochsalzlösung, Hammelurin konzentriert und mit Wasser verdünnt, abgestandene Schweinejauche konzentriert und verdünnt, Kartoffelschalendekokt, Kartoffelbeerendekokt, Gelatine mit Zusatz von 5 % Hammelurin bzw. Schweinejauche, Nähragar mit Bouillonzusatz. Die Untersuchung erfolgte direkt durch mikroskopische Beobachtung der betreffenden Petrischale bzw. dort, wo die Substrate in mit Watte verschlossenen Reagenzröhrchen gehalten wurden, an dem ausgeheberten Tropfen.

Übereinstimmend mit den bereits früher erwähnten Beobachtungen an den frisch überimpften Larven auf Agarkulturen wurden auch in diesen Versuchen nur bei sehr vereinzelt Larven lebhaftere Krümmungsbewegungen festgestellt. Auch diejenigen Kulturen, welche bei höherer Temperatur im Keimkasten gehalten wurden, zeigten im allgemeinen ein träges Verhalten der Larven. Besonders auffallend war die Unbeweglichkeit der Larven im Hammelurin und in Schweinejauche sowie in Nähragar mit Bouillonzusatz. Diese Substrate, die einen idealen Nährboden für Bakterien darstellten, zeigten sich schon nach wenigen Tagen infolge eintretender Zersetzung stark verändert. Nach 8—10 Tagen konnten im Innern zahlreicher Larven Vakuolen festgestellt werden, welche auf den Tod derselben hindeuteten. Nach etwa 3 Wochen waren sämtliche Larven und Eier in Zersetzung übergegangen. Auch in den Kartoffelschalen- bzw. Beerendekokten starben die Larven schon nach kurzer Zeit ab. An eine saprophytische Ernährung war in diesen Substraten nicht zu denken.

Völlig anders verhielten sich die Larven aller derjenigen Kulturen, welche auf Grund ihrer Zusammensetzung einer Veränderung nur wenig unterworfen waren. So bewahrten die Larven in destilliertem Wasser, Schneewasser, Leitungswasser und Bodenablaufwasser auch bei wechselnder Zimmertemperatur während des ganzen Winters ihr ursprüngliches

Aussehen, im allgemeinen jedoch bei ungefähr gleichbleibender Trägheit. Während der Inhalt der Kochsalzlösungen nach etwa 8 Wochen als abgestorben angesehen werden konnte und die im Bodenablaufwasser gehaltenen Larven etwa ein Viertel Jahr nach Aufstellen der Kulturen restlos zersetzt waren, zeigten die Wasserkulturen noch in den Sommermonaten des folgenden Jahres neben ungeschlüpften Eiern gesunde Larven. Im Gegensatz zu der im Winter beobachteten Trägheit konnten in den Sommermonaten bei den noch vorhandenen Larven stärkere Krümmungsbewegungen festgestellt werden, was insbesondere bei den Kulturen Schneewasser und Leitungswasser auffiel. Diese Bewegungen wurden anfangs Oktober immer geringer und nach Ablauf eines Jahres, am 18. November, nur noch bei sehr vereinzelter Larven wahrnehmbar. Im Schneewasser und Leitungswasser konnten noch am 9. Dezember, also beinahe 13 Monate nach der Überimpfung, sehr vereinzelter *Heterodera*-Larven mit außerordentlich schwachen Krümmungsbewegungen gefunden werden. Dieselben befanden sich neben wenigen frisch aussehenden, jedoch völlig starren Larven in dem zersetzten Bodenabsatz. In beiden Fällen konnten seit Mitte bzw. Ende September lebensfähige Eier nicht mehr nachgewiesen werden, so daß bei der vorliegenden Versuchsanstellung mit einer Lebensdauer der geschlüpften Larve von mindestens 11 Wochen gerechnet werden mußte.

Konnte somit im Versuch eine Fortpflanzung der Kartoffelnematoden außerhalb ihrer Wirtspflanze nicht nachgewiesen werden, so lassen die vorliegenden Ergebnisse die außerordentliche Widerstandsfähigkeit der ungeschlechtlichen, außerhalb der Zyste lebenden Larve ohne weiteres erkennen. Sie zeigen, welche geringe Ansprüche dieselbe an die Sauerstoffzufuhr stellt. Es ist einleuchtend, daß unter diesen Verhältnissen eine wesentliche Dezimierung der Nematoden durch Überschwemmungen und künstliches Unter-Wasser-setzen der verseuchten Flächen nicht erzielt werden kann. Die von J. Vañha und J. Stoklasa⁸⁾ zur Vertilgung von Rübennekrotiden empfohlene mehrtägige Überstauung von niedrig gelegenen Feldern dürfte zum mindesten im Falle einer Verseuchung mit Kartoffelnematoden illusorisch sein.

Daß umgekehrt auch Trockenheit von den Larven recht gut vertragen werden kann, lehrten einfache mikroskopische Untersuchungen eines Nematodenkompostes, der nach einer 10monatlichen Aufbewahrung in einem trockenen Raum bis zur Staubtrockenheit eingetrocknet noch durchweg Zysten mit absolut lebensfähigen Larven enthielt. Beim Zerplatzen der Zysten in Wasser durch Druck auf das Deckglas zeigten sich die jeweils freien Larven zunächst in vollständig lebloser und zugleich deformierter Gestalt. Manche glichen einem zusammengefalteten leeren Gummischlauch, der durch langsames Füllen mit Flüssigkeit prall wird und dabei oft ruckartig aus seiner ursprünglichen Lage in die durch seine

äußere Struktur bedingte Form übergeht. Nach 20—25 Minuten zeigten sämtliche Larven ihre typische, schwach gebogene Form und ließen deutliche Krümmungsbewegungen erkennen.

Über die Beeinflussung der *Heterodera*-Larven durch die Temperatur liegen ausgedehnte Untersuchungen von W. Baunacke, B. Nebel u. a. vor. Nach ihnen beträgt das Temperaturoptimum für die normale Lebenstätigkeit der freien Larve etwa 25° C, während die Agilität über 37° C und unter 6° C sehr rasch aufgehoben wird. Hinsichtlich der Optimaltemperatur muß hervorgehoben werden, daß nach den mit dem Kartoffelstamm durchgeführten Versuchen die Bewegungsintensität bei gleicher Temperatur keineswegs immer gleich ist, sondern vermutlich von einer jährlichen Periodizität abhängt.

Während die Lebensfähigkeit der Larven jenseits des erwähnten Maximums sehr rasch aufhört, werden tiefere Temperaturen von denselben ohne Schaden gut vertragen. So kehrten nach W. Baunacke Tiere, die er im Freien im Eisblock einfrieren ließ, nach vorsichtigem Auftauen im Zimmer regelmäßig zur Agilität zurück.

Die bis jetzt vorliegenden Versuchsergebnisse beweisen eindeutig, daß eine direkte schädliche Beeinflussung von *Heterodera Schachtii* auch bei fehlender Wirtspflanze durch die klimatischen und atmosphärischen Verhältnisse unseres Landes nicht in Frage kommen kann.

Praktische Bekämpfungsversuche.

Sehr ausgedehnt sind die bis jetzt gemachten Versuchsanstellungen zur Bekämpfung von *Heterodera Schachtii* beim Rübenstamm. So vielversprechend oft die ersten Erfolge von Laboratoriumsversuchen und die an deren Ergebnisse geknüpften theoretischen Erwägungen waren, sie haben für die Praxis meist nur geringe Erfolge gezeitigt.

Was zunächst die indirekte Bekämpfung anbetrifft, so wurde dieselbe auf dem Wege einer allgemeinen Kräftigung der Wirtspflanze zu erreichen versucht. Krüger-Bernburg hat darauf aufmerksam gemacht, daß mit Nematoden besetzte Rüben zu einer befriedigenden Entwicklung und Zusammensetzung eine größere Menge von aufnehmbaren Pflanzennährstoffen im Boden erfordern als solche Pflanzen, welche frei von Befall sind. Wenn durch eine verstärkte Nährstoffabgabe als Überschußdüngung dieses Bedürfnis befriedigt wird, so braucht nach Ansicht Krügers trotz überreicher Anwesenheit des Schädling der Ertrag nicht nennenswert zu leiden. Diese Einstellung scheint im Prinzip ohne Zweifel gerechtfertigt zu sein. Wie bei allen Pflanzenkrankheiten werden auch bei den Nematodenschäden neben den „therapeutischen“ Maßnahmen in erster Linie die rein ackerbaulichen Maßnahmen, welche die Schaffung optimaler Wachstumsverhältnisse bezwecken, hinreichend berücksichtigt werden müssen. Es

wird jedoch im Kampf gegen den Schädling nur selten gelingen, allein durch gesteigerte Anwendung einer einzigen dieser Maßnahmen den wirtschaftlich vollen Erfolg zu erzielen. Der Krügerschen Methode stehen schon durch die gesamten Preisverhältnisse der Düngemittel die größten Hindernisse entgegen.

Zur Klärung der Frage, welchen Einfluß verschiedene Düngemittel auf den Ertrag nematodenbefallener Kartoffeln ausüben, wurden bereits von H. Zimmermann eingehende Feldversuche angestellt. Er zeigte, daß auf stark verseuchten Flächen durch Volldüngung gegenüber ungedüngt zwar ein etwas besserer Ertrag erzielt wird, daß jedoch der Mehrertrag keineswegs proportional der Düngung ist. Auch durch gesteigerte Anwendung einzelner Düngemittel, wie Ätzkalk, Kalkstickstoff und Kali, konnte H. Zimmermann wirtschaftlich befriedigende Erfolge nicht erlangen. Er vermochte selbst bei einer Anwendung von 17,5 Ztr. Kalkstickstoff je $\frac{1}{4}$ ha eine wesentliche Reduzierung des Schädlings nicht zu beobachten.

Bei den von mir angestellten Versuchen konnten auf einem mit Nematoden verseuchten Boden, der nach Neubauer einen wurzellösliehen Gehalt an P_2O_5 von 13,08 mgr aufwies, durch eine Phosphorsäuredüngung bis zu 85 % Mehrerträge erzielt werden. (Vergleiche Tabelle 3.) Die P_2O_5 war im vorliegenden Falle als Superphosphat in einer Menge von 2,78 Ztr. je $\frac{1}{4}$ ha zur Anwendung gekommen.

Hervorgehoben muß auch hier werden, daß den jeweiligen Mehrerträgen ein verminderter Zystenbehang der Wurzeln nicht entsprach,

Tabelle 3.

Feldversuch 1927.

Sorten	Durchschnittliches Knollengewicht je Staude in kg	
	ohne Superphosphat	mit Superphosphat
Preußen	0,260	0,488
Industrie	0,185	0,275
Wohltmann	0,150	0,263
Parnassia	0,165	0,213
Kartz von Kameke	0,225	0,250

daß somit auch der Superphosphatdüngung eine spezifische Wirkung gegen den Schädling nicht zukommt.

Bei den vorliegenden zweijährigen Versuchen konnten wesentliche Unterschiede hinsichtlich des Befalles einzelner Sorten nicht festgestellt werden. Die Unterschiede im Ertrag schienen im allgemeinen mehr von dem Zuchtwert und dem speziellen Gesundheitszustand der betref-

fenden Sorte als von ihrer jeweiligen Widerstandsfähigkeit bezw. Anfälligkeit gegen Nematoden abhängig zu sein.

Ein Zusammenhang der Bodenbearbeitung mit dem Nematodenbefall der Kartoffeln konnte bis jetzt ebenfalls nicht gefunden werden. Ebenso steht nach H. Zimmermann die Tiefe der Unterbringung der Saatknohle in keinem Verhältnis zu dem Zystenbesatz der Wurzeln.

Auch eine Zwischenreihensaat von Lupinen und Steinklee zeigte sich nach den vorliegenden Versuchen ohne Einfluß auf den Befall. Während im ersten Versuchsjahr bei einer Reihenentfernung der Kartoffeln von 66 cm der Ertrag je Staude im Vergleich zu der Ernte bei Reinsaat mit einer Reihenentfernung von 50 cm annähernd gleich war, trat im zweiten Jahr bei geringerer Reihenentfernung durch die Zwischenreihensaat eine stärkere Ertragsdrückung ein.

Wie u. a. von H. C. Müller und E. Molz¹⁸⁾ gezeigt wurde, vermögen auf nematodenkranken Feldern bestimmte Vorfrüchte den Befallsgrad der Zuckerrübe herabzusetzen. Beim Kartoffelstamm wurde der Einfluß der unmittelbaren Vorfrucht auf die nachgebaute Wirtspflanze von H. Zimmermann in Feldversuchen einer eingehenden Prüfung unterzogen. Er stellte fest, daß ein einmaliger Zwischenfruchtbau im allgemeinen den Nematodenbefall in keiner Weise zu unterdrücken vermag. Eine Ausnahme machten als Gründüngung untergebrachte Lupinen, nach welchen die angebauten Kartoffeln bei kräftiger Krautentwicklung gleichzeitig einen verringerten Zystenbesatz der Wurzeln zeigten. Ähnliche Ergebnisse brachte in den von mir angestellten Vorfruchtversuchen der Steinklee (*Melilotus albus*), der in allen Fällen hinsichtlich seiner günstigen Wirkung auf die nachgebauten Kartoffeln an erster Stelle stand. (Vergleiche Tabellen 4 und 5.)

Während nach den Beobachtungen von H. C. Müller und E. Molz die Zichorie als Vorfrucht den Nematodenbefall der nachgebauten Rüben vermindert, konnte im vorliegenden Falle in Bezug auf den Kartoffelstamm eine ähnliche Wirkung nicht festgestellt werden. Bei der Zichorie haben wir es demnach vermutlich mit einer Reizwirkung zu tun, welche nur gegen den Rübenstamm spezifisch ist. Beim Steinklee hingegen scheint eine bezüglich *Heterodera Schachtii* generelle Reizwirkung vorhanden zu sein*).

Durch den Anbau von Steinklee und Lupinen und deren Unterbringung im grünen Zustande wird der Nematodenbefall der nachgebauten Kartoffeln bis zu einem gewissen Grade reduziert. Die Einwirkung dieser Pflanzen allein genügt jedoch nicht, um eine Zystenbildung absolut zu verhindern. Somit kommt bei der Bekämpfung der Kartoffelnematoden auch der Frage der Vorfrucht und zugleich der

*) Vergleiche auch die Ergebnisse von B. Nebel.

gesamten ackerbaulichen Maßnahmen als indirekte Bekämpfungsmöglichkeiten eine nur beschränkte Bedeutung zu.

Tabelle 4.

Feldversuch 1927/28.

Vorfrucht	Durchschnittliches Knollengewicht je Staude in kg		
	Wohltmann	Parnassia	Preußen
Roggen	0,481	0,450	0,425
	Starker Zystenbehang!		
Steinklee (Gründüngung)	0,950	0,869	1,013
	Schwacher Zystenbehang!		

Tabelle 5*).

Feldversuch 1927/28. (Versuchsorte Klein-Spiegeler Wohltmann.)

Vorfrucht	Durchschnittliche Staudenhöhe in cm	Durchschnittliches Knollengewicht je Staude in kg
Wruken	32	0,242
Zichorien	35	0,261
Gelbe Lupinen (Gründüngung)	51	0,531
Steinklee (Gründüngung)	67	0,551

Daß auch ein Aushungern des Schädling durch mehrjähriges Aussetzen des Kartoffelbaues auf der verseuchten Fläche nur sehr beschränkt möglich ist, zeigen die Erfahrungen der Praxis. Selbst nach 4jährigem Zwischenfruchtbau hatte der Schädling seine Angriffsfähigkeit bewahrt. Hinsichtlich der Rübennekrotiden glaubte O. Fuchs¹⁹⁾ annehmen zu müssen, daß mindestens ein Zeitraum von 8 Jahren nötig ist, um durch Fernhalten von Nährpflanzen die Nematoden eines Feldes zu vernichten. Für den Kartoffelstamm dürften ähnliche Verhältnisse vorliegen.

Unter den direkten Maßnahmen zur Bekämpfung von *Heterodera Schachtii* stellt das J. Kühnsche Fangpflanzenverfahren zweifellos die älteste praktisch durchgeführte Methode dar. Sie besteht darin, daß in einem bestimmten Zeitpunkt die zur Aussaat gebrachten Wirtspflanzen durch eine Hackmaschine mit kreuzweise übergreifenden Messern durchschnitten und durch sofortiges Umwühlen der obersten

*) Vergleiche auch Abb. 14.

Bodenschicht mit dem Kühnschen Grubber völlig außer Zusammenhang mit dem Erdboden gebracht werden. Diesem Verfahren, das in günstigen Fällen nur bei mehrmaliger Anwendung einigermaßen Erfolge zu bringen vermag, stehen insbesondere bei der Bekämpfung der Kartoffelnematoden mehr oder minder große wirtschaftliche sowie technische Schwierigkeiten entgegen. Zwar berichten J. Strachan und T. H. Taylor²⁰⁾, daß bei Versuchen mit Kartoffeln als Fangpflanzen eine Herabsetzung des Befalles beobachtet wurde, mit einer Einbürgerung des Verfahrens in der Praxis dürfte jedoch wegen der hohen Kosten, die allein schon durch die Pflanzgutbeschaffung bedingt sind, kaum zu rechnen sein. Auch ist bei der Anwendung der Kartoffel als Fangpflanze eine rasche und restlose Vernichtung der Saat nur recht schwer durchzuführen. Von der raschen Vernichtung der Fangpflanze zu einem bestimmten Zeitpunkt hängt aber bekanntlich der Erfolg des Verfahrens ganz und gar ab. Eine Ersatzpflanze wäre allenfalls die Tomate, die je-

doch durch ihre Empfindlichkeit im Jugendstadium eine gleichmäßige Entwicklung der Aussaat sehr in Frage stellen würde.

Neben der Fangpflanzenmethode gibt es eine Reihe von Verfahren, die auf der Anwendung von chemischen Bekämpfungsmitteln beruhen. Unter diesen steht der Schwefelkohlenstoff, den namentlich M. Hollrung für die Bekämpfung von Nematoden befürwortet hat, an erster Stelle. Die Urteile über die Wirksamkeit von Schwefelkohlenstoff sind



Abb. 14. Durchschnittliche Staudenentwicklung bei Sorte „Wohltmann“. a Vorfrucht Wruken, b Vorfrucht Zichorie, c Vorfrucht Lupinen, d Vorfrucht Steinklee.

bis jetzt außerordentlich verschieden gewesen. Versuche von B. Nebel²¹⁾ ergaben, daß sich die Larven dem Mittel gegenüber „un-erhört widerstandsfähig“ zeigen. 3 mg Schwefelkohlenstoff auf 25 ccm Luft brachte bei den behandelten Versuchstieren noch keine Giftwirkung hervor und selbst ein Gehalt von 1 % tötete noch nicht momentan. Nach H. Blunck²²⁾ ist beim Haferstamm auf nicht zu nassen oder zu stark bindigen Böden eine restlose Entseuchung durch Schwefelkohlenstoff zwar möglich. Das Verfahren erfordert jedoch nach dem genannten

Autor 400 g Schwefelkohlenstoff je Quadratmeter, was einem Aufwand von 2400 RMk. je Hektar entspricht. Demnach kann das Mittel für eine feldmäßige Entseuchung nicht in Frage kommen. Seine Anwendung empfiehlt sich gegebenenfalls zur Entseuchung kleiner, erst im Entstehen begriffener Nematodennester.

Die von mir auf einer stark mit Kartoffelnematoden verseuchten Fläche mit Schwefelkohlenstoff durchgeführten Desinfektionsversuche ließen weder bei einer einmaligen noch bei einer zweimaligen Behandlung der betr. Flächen (im September und April) bei einer Anwendung von jeweils 250 g je Quadratmeter eine absolut befriedigende Wirkung erkennen. Trotzdem dort, wo das Mittel zweimal zur Anwendung gekommen war, bei der Entwicklung des Krautes eine auffallend starke stimulierende Wirkung zu erkennen war und auch der Knollenertrag gegenüber unbehandelt beinahe um das dreifache gestiegen war, so konnte dennoch ein ziemlich starker Zystenbehang an den Wurzeln festgestellt werden. (Vergleiche Tabelle 6.) Bei einer einmaligen Behandlung des Bodens mit der gleichen Menge Schwefelkohlenstoff im September des vorhergehenden Jahres war eine stimulierende Wirkung kaum wahrnehmbar. Der Zystenbehang unterschied sich von dem der Stauden von unbehandelten Parzellen nicht.

Gegen Cyankali zeigen die Nematodenlarven nach B. Nebel eine „verblüffende Widerstandsfähigkeit“. Das gleiche gilt für das Calciumcyanid, das nach den Untersuchungen von H. Goffart²³⁾ selbst bei einer Mengengabe bis zu 200 g je Quadratmeter jede Wirkung vermissen ließ.

Tabelle 6.)*

Feldversuch 1927/28 (Bodendesinfektion)
Versuchsorte Klein-Spiegeler Wohltmann 1. Äbsaat.

Behandlung	Anzahl der Stauden je Parzelle	Durchschnittl. Staudenhöhe in cm	Durchschnittl. Knollengewicht je Stauden in kg	Anzahl d. Zysten in 100 ccm Boden nach der Ernte
Unbehandelt	124	40	0,247	294
Schwefelkohlenstoff, 1 mal	101	45	0,415	291
Schwefelkohlenstoff, 2 mal	96	65	0,622	207
3 %ige Karbolineumlösung 1 mal	141	40	0,330	298
3 %ige Karbolineumlösung 2 mal	163	44	0,321	381
1 %iges Ammoniakwasser	237	65	0,486	402
200 g Tieröl je qm, kurz vor der Aussaat	121	62	0,450	345

*) Vergleiche auch Abb. 15.

Von H. Zimmermann mit Uspulun-Bolus angestellte Versuche ließen auf den Ertrag der von Nematoden befallenen Kartoffeln einen Einfluß ebenfalls kaum erkennen. Auch von einer Bodendesinfektion mit Formaldehyd verspricht sich derselbe Autor auf ausgedehnten Seuchenherden keinen wirtschaftlichen Erfolg. Versuche mit Gaswasser, die im Auftrage der dortigen Regierung in Belgien durchgeführt, gute Erfolge gebracht haben sollen, werden von deutschen Forschern (Hollrung, Stift, Zimmermann) im Kampf gegen die Nematoden für ziemlich aussichtslos gehalten. Bei den von H. Zimmermann zur Bekämpfung von Kartoffelnematoden durchgeführten Versuchen konnten bei einer Anwendung von 10 Liter Gaswasser auf 15 qm Bodenfläche keine praktisch wertvollen Erfolge erzielt werden. Bedenklich bleibt bei der Anwendung von Gaswasser auf jeden Fall die große Gefahr einer schädlichen Beeinflussung der Pflanze selbst, welche von dem jeweiligen Gehalt des Gaswassers an Phenolen, Schwefelwasserstoff, Rhodan und dergleichen abhängt.

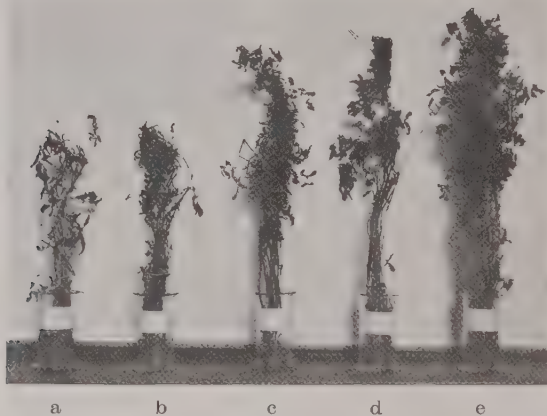


Abb. 15. Durchschnittliche Staudenentwicklung bei Sorte „Wohltmann“. a unbehandelt, b mit Karbolineum 2 mal behandelt, c mit Tieröl behandelt, d mit Ammoniakwasser behandelt, e mit Schwefelkohlenstoff 2 mal behandelt.

Auf Grund seiner Untersuchungen mit Rüben nematoden kam W. Baunacke⁹⁾ zu der Überzeugung, daß verdünnte Ammoniaklösungen für die Praxis geeignete Nematocide darstellen. Bei seinen Versuchen genügte schon die Tränkung mehrerer 10-cm-Blumentöpfe voll Abfallerde mit je 100 ccm $\frac{1}{4}$ %iger Ammoniaklösung, um alle Zysten und Larven abzutöten. B. Nebel prüfte die Einwirkung von Ammoniakdämpfen im Versuchsgefäß und fand, daß eine Verdünnung von 2 mg auf 25 ccm Luft eine leichte Stimulierung des Schädling

auslöste, während höhere Konzentrationen letal wirkten. Die von mir zur Bekämpfung von Kartoffelnematoden mit Ammoniakwasser angestellten Feldversuche ließen auch bei einer 1 %igen Konzentration und bei Anwendung von je 3 Liter der Lösung auf 1 qm keine nematocidic Wirkung erkennen. Die Anwendung erfolgte wenige Tage vor dem Auslegen der Kartoffeln, wobei der Boden mit Hilfe von ca. 15 cm tiefen Bohrlöchern gleichmäßig durchtränkt worden war. Wie die vorstehende Tabelle zeigt, hatte die Behandlung der Parzelle mit Ammoniakwasser zu einer wesentlichen Vermehrung der Nematoden geführt. Trotz einer durch die erhöhte Stickstoffaufnahme bedingten starken Krautentwicklung war der Knollenertrag nur wenig gesteigert worden. Das Versuchsergebnis entspricht somit den Feststellungen von E. Molz²⁴⁾, daß eine reichliche Stickstoffdüngung die Anzahl der weiblichen Tiere vermehrt.

Wie die Tabelle ferner zeigt, konnten auch durch Behandlung mit einer 3 %igen Obstbaumkarbolineumlösung (Marke „Dendrin“) keine Erfolge erzielt werden. Zur Anwendung kamen jeweils 5 Liter je Quadratmeter und zwar bei nur einmaliger Behandlung im September des vorhergehenden Jahres, bei zweimaliger Behandlung außerdem noch im April, wenige Tage vor dem Auslegen der Kartoffeln. Auffallend ist, daß bei der zweimaligen Anwendung des Mittels ähnlich wie bei der Behandlung mit Ammoniakwasser eine erhebliche Vermehrung des Schädlings eingetreten ist.

Die vorliegenden Versuchsergebnisse sowie die Erfahrungen der Praxis bestätigen durchaus die Anschauungen von J. Kühn, der schon 1881 zu dem Ergebnis gekommen war, „daß ohne alle Frage darauf zu verzichten ist, ein Mittel ausfindig zu machen, durch dessen Anwendung es im wirtschaftlichen Sinne möglich wäre, die Nematoden im Acker direkt zu vernichten“. Er setzte hinzu, „daß es zwar gelingen dürfte, durch eine oder die andere Substanz die Nematoden zu töten, aber nur mit Quantitäten dieser Stoffe, welche einen unerschwinglich hohen Kostenaufwand verursachen würden“.

Die Feststellungen von W. Baunacke, daß die Nematoden von den Sekreten der Wirtspflanze angelockt — aktiviert — werden, ergaben inzwischen den Ausgangspunkt einer ganz andersartigen neuen Bekämpfungsmethode. Durch zahllose reizphysiologische Experimente, welche im Anschluß an Baunackes Ergebnisse von E. Molz²⁵⁾, B. Nebel²¹⁾ und B. Rensch²⁶⁾ durchgeführt worden sind, wurde nachgewiesen, daß durch die Einwirkung verschiedener Körper selbst in sehr starken Verdünnungen eine stimulierende Wirkung auf die Nematoden ausgeübt und ein vermehrtes Schlüpfen der Larven einer Zyste erzielt werden kann. Bei den vorliegenden Versuchen wurde nun weiter der Nachweis erbracht, daß bei einzelnen Stoffen durch Ausübung nachhaltig positiver

Reize nach einer gewissen Zeitdauer eine nematodicide Wirkung hervorgerufen wird. So zeigte sich bei B. Nebels Versuchen das Tieröl*), das zunächst eine starke Larvenstimulierung bewirkte, nach 4 Wochen desinfizierend. Ähnliches berichtete B. Rensch über den von ihm gefundenen Reizkörper.

In den von mir durchgeführten Feldversuchen habe ich die Brauchbarkeit von Tieröl zur Bekämpfung von Kartoffelnematoden geprüft. Das Mittel kam, sofern in den Tabellen nichts Besonderes vermerkt ist, in einer Menge von 80 g je Quadratmeter zur Anwendung. Zwecks leichter Verteilung wurde es mit Sägespänen innig vermischt. Die bis jetzt vorliegenden Ergebnisse haben bis zu einem gewissen Grade die Feststellungen von B. Nebel auch für den Kartoffelstamm bestätigt. Während bei einer Anwendung des Mittels wenige Tage vor dem Auslegen der Knollen gegenüber unbehandelt eine erhebliche Vermehrung des Zystenbesatzes eingetreten war, konnte bei der Anwendung im September des vorhergehenden Jahres eine Verringerung der Zystenzahl um 31 % beobachtet werden. (Vergleiche Tabellen 6 und 7.) Die Zahlen zeigen, daß trotz einer erheblichen Ertragssteigerung von einer befriedigenden desinfizierenden Wirkung bei alleiniger Anwendung von Tieröl noch keine Rede sein kann.

Tabelle 7**).

Feldversuch 1927/28. Vorfrucht Runkelrüben.

Behandlung	Durchschnittliches Knollengewicht je Staude in kg		
	Preußen	Industrie	Kartz v. Kameke
Ohne Tieröl	0,600	0,315	0,479
	Auf der Gesamtfläche im Mittel Anzahl der Zysten in 100 cem Boden = 281.		
Mit Tieröl (Anwendung im September)	0,950	0,631	0,857
	Auf der Gesamtfläche im Mittel Anzahl der Zysten in 100 cem Boden = 194.		

Die Beobachtungen, daß selbst durch den Geruch der Wirtspflanze Schlüpfreize ausgeübt werden, ließen für die Praxis der Bekämpfung von Kartoffelnematoden die Annahme für berechtigt erscheinen, daß eine Aktivierung der in den Zysten eingeschlossenen Larven durch Einbringen von Kartoffelkraut in den Boden erzielt werden kann. Diesbezügliche Versuche wurden im Spätsommer 1927 eingeleitet,

*) Nach einer freundlichen Mitteilung von Herrn Prof. Dr. Römer-Halle ist das von Nebel in seiner Arbeit erwähnte Präparat N 428 mit Tieröl identisch.

**) Vergleiche auch Abb. 16.

wobei frisches Kartoffelkraut, welches von Frühkartoffeln abgeerntet worden war, in feingeschnittenem Zustande mit der Bodenkrume vermischt wurde. Hierbei kam die auf einer bestimmten Fläche Frühkartoffeln geerntete Krautmenge jeweils auf der gleichgroßen Versuchsparzelle zur Anwendung. Die bei der Ernte im nächsten Jahre erzielten Ergebnisse ließen auch hier, ähnlich wie bei der alleinigen Anwendung von Tieröl, keinen absoluten Erfolg erkennen.

Anders waren jedoch die Resultate bei Steinklee-Gründung als Vorfrucht und zwar sowohl bei Versuchen mit Krautaktivierung als auch bei Tierölanwendung, was aus den nachfolgenden Tabellen hervorgeht.



Abb. 16. Durchschnittliche Staudenentwicklung bei Sorte „Kartz von Kameke“.
a Vorfrucht Roggen, unbehandelt; b Vorfrucht Runkelrüben, unbehandelt;
c Vorfrucht Runkelrüben, Tierölbehandlung; d Vorfrucht Steinklee, Tierölbehandlung; e Vorfrucht Steinklee, Kartoffelkrautaktivierung, Tierölbehandlung.

Aufn. d. Verf.

Die Ergebnisse zeigen, daß nach vorausgegangener Steinkleeegründung sowohl die Durchführung einer Krautaktivierung als auch die Anwendung von Tieröl im Vorjahre genügen, um auf einer verseuchten Fläche den Nematodenbefall der angebauten Kartoffeln zu verhindern.

Der Weg einer praktischen Bekämpfung des Kartoffelnematoden scheint somit gekennzeichnet zu sein. Die vorliegende Methode hat den Vorzug der Einfachheit und Billigkeit. Durch seine Anspruchslosigkeit

gegenüber Boden und Klima, Billigkeit der Aussaat und Raschwüchsigkeit stellt der Steinklee (*Melilotus albus*) für die Nematodenbekämpfung eine geradezu ideale Kulturpflanze dar. In den meisten Fällen dürfte eine Aussaatmenge von 10–12 Pfund je $\frac{1}{4}$ ha genügen, um einen geschlossenen Bestand zu erzielen. Irgend welche Pflegearbeiten fallen bei der raschen Entwicklung der Pflanzen von vornherein weg. Im Notfalle empfiehlt sich bei sehr stark verunkrautetem Boden ein Über-

Tabelle 8*).

Feldversuch 1927/28. Vorfrucht Steinkleeegründung.

A. Ohne Tieröl.

Behandlung	Durchschnittliches Knollengewicht je Staude in kg		
	Wohltmann	Parnassia	Preußen
Ohne Krautaktivierung	0,950	0,869	0,843
	Auf der Gesamtfläche im Mittel Anzahl der Zysten in 100 cem Boden = 154 Wurzeln mit Zystenbehang.		
Mit Krautaktivierung	1,230	1,120	0,906
	Auf der Gesamtfläche im Mittel Anzahl der Zysten in 100 cem Boden = 73**). Wurzeln frei von Zysten.		

B. Mit Tieröl.

Behandlung	Durchschnittliches Knollengewicht je Staude in kg		
	Preußen	Industrie	Kartz v. Kameke
Ohne Krautaktivierung	1,013	1,043	1,271
	Auf der Gesamtfläche im Mittel Anzahl der Zysten in 100 cem Boden = 83**). Wurzeln frei von Zysten.		
Mit Krautaktivierung	1,338	1,094	1,480
	Auf der Gesamtfläche im Mittel Anzahl der Zysten in 100 cem Boden = 77**). Wurzeln frei von Zysten.		

*) Vergleiche auch Abb. 17.

**) In den vorliegenden Fällen handelt es sich, soweit die mikroskopische Untersuchung der aus den Bodenproben geschlämmten Zysten ergab, um alte, mehr oder minder entleerte Zysten.

mähen des Bestandes, nachdem derselbe eine Höhe von 10–15 cm erreicht hat. Bei normalen Verhältnissen kann nach einer Aussaat Ende Mai bezw. Anfang Juni bereits im September die grüne Masse untergebracht und anschließend eine Behandlung des Bodens mit Tieröl vorgenommen werden. Bei den vorliegenden Versuchen wurde dieser Weg eingehalten. Es ist jedoch durch weitere Versuche auch unter anderen Verhältnissen zu prüfen, ob die Anwendung von Tieröl mit gleichem Erfolg vor der Steinkleeeinsaat erfolgen kann und ob eine Unterbringung des Steinklees im Frühjahr das gleiche Resultat wie bei Unterbringung der grünen Masse vor Winter zu zeitigen vermag. Im letzteren Falle wäre es möglich, noch eine Vorfrucht von der verseuchten Fläche zu ernten. Der Durchführung einer „Krautaktivierung“ dürften in der Praxis Schwierigkeiten entgegenstehen, welche besonders in der

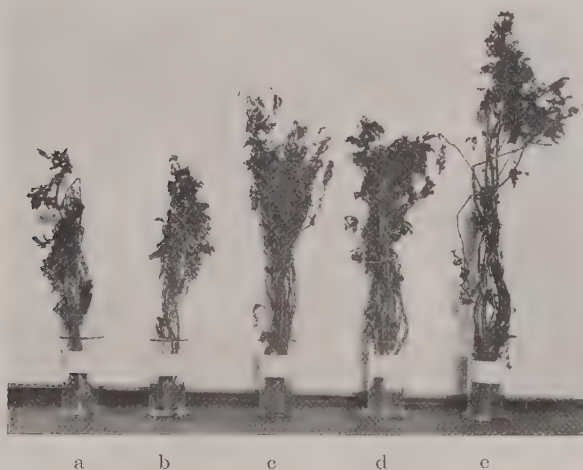


Abb. 17. Durchschnittliche Staudenentwicklung bei Sorte „Parnassia“,
a Vorfrucht Roggen, unbehandelt; b Vorfrucht Runkelrüben, Kartoffelkraut-
aktivierung; c Vorfrucht Runkelrüben, Kartoffelkrautaktivierung, Tierölbe-
handlung; d Vorfrucht Steinklee, unbehandelt; e Vorfrucht Steinklee,
Kartoffelkrautaktivierung, Tierölbehandlung.

Aufn. d. Verf.

Beschaffung frischen Kartoffelkrautes begründet liegen. Die Anwendung von Tieröl geschieht am besten durch Vermengung desselben mit Sägemehl, welches relativ große Mengen von Tieröl zu adsorbieren vermag. Auf diese Weise kann das Mittel bequem und gleichmäßig auf den Boden verteilt und mit dem Spaten oder mit dem Schälflug untergebracht werden. Im Boden hält sich das Tieröl unverändert sehr lange, so daß

es selbst nach Monaten durch den Geruch der Krume wahrgenommen werden kann. Eine nachteilige Einwirkung auf die Kulturpflanzen konnte bei den im Versuch angewandten Mengen bis jetzt nicht festgestellt werden. Hervorgehoben muß werden, daß die Anwendung von Tieröl nie unmittelbar vor dem Auslegen der Kartoffeln erfolgen darf, da hierdurch, wie die vorliegenden Versuche zeigen, eine Vermehrung des Schädlings eintritt.

Zusammenfassung.

Die vorliegenden Versuchsergebnisse haben gezeigt, daß der von H. Zimmermann zuerst näher beschriebene, in Mecklenburg zur Zeit vornehmlich in Kleinbetrieben verbreitete Kartoffelnematode, der in der Literatur als *Heterodera rostochiensis* aufgeführt ist, mit dem in England an Kartoffeln vorkommenden, von I. Triffitt beschriebenen Fadenwurm übereinstimmt.

Für den in Mecklenburg einheimischen Parasiten konnte bereits von H. Zimmermann und später von H. Goffart nachgewiesen werden, daß derselbe trotz seiner weitgehenden Spezialisierung und seines streng monophagen Charakters im Versuch auf Zuckerrüben zur Fortpflanzung gebracht werden kann. Bei seiner Anpassung an die Zuckerrübe verliert der Kartoffelnematode seine ursprüngliche charakteristische Form und zeigt eine morphologische Übereinstimmung mit dem bekannten Rüben nematoden. Der Kartoffelnematode ist daher als ein besonderer „Stamm“ von *Heterodera Schachtii* Schm. aufzufassen.

Die Aufzucht von Nematoden an Kartoffeln auf durchsichtigen Agarplatten ließ hinsichtlich ihres biologischen Verhaltens eine weitgehende Übereinstimmung zwischen dem Rübenstamm und dem Kartoffelstamm erkennen. Im Gegensatz zu den von E. Berliner und K. Busch erzielten Versuchsergebnissen mit Rüben nematoden konnte jedoch festgestellt werden, daß die Larven der Kartoffelnematoden sehr wohl imstande sind, in völlig unverletzte Wurzeln einzudringen. Die absolute Angriffsfähigkeit der *Heterodera*-Larve gegenüber der Kartoffelwurzel konnte im künstlichen Infektionsversuch einwandfrei festgestellt werden.

Ausgedehnte Untersuchungen von Pflanzen verschiedener Nematodenherde auf Befall mit Kartoffelnematoden waren ergebnislos geblieben. Die Prüfung verschiedener Solanaceenarten auf ihre Anfälligkeit gegen den Schädling verlief, mit Ausnahme der Tomate, ebenfalls negativ. Wir müssen somit annehmen, daß bei dem in Mecklenburg vorliegenden *Heterodera*stamm ursprünglich außer der Kartoffel keine andere Pflanzenart als Wirtspflanze und somit als Seuchenüberträgerin in Frage kommt. Der Schädling hat sich infolge eines ständigen Anbaues von

Kartoffeln auf derselben Fläche an diese angepaßt und hat durch strenge Monophagie eine weitgehende Spezialisierung erfahren. Die direkte Ableitung des vorliegenden Stammes vom Rübenstamm scheint nicht angenommen werden zu können.

Bei der Verteilung der Nematodenherde in Mecklenburg ist auffallend, daß diese vorwiegend in Gegenden mit leichten Böden anzutreffen sind, während auf schweren Böden, auch bei ständigem Kartoffelbau, nur selten ein Befall zu beobachten ist. Die Erklärung dieser Tatsache dürfte darin begründet liegen, daß im Gegensatz zu Böden mit größerem Tongehalt auf sandigen Böden eine bessere Vermehrungsfähigkeit des Schädling vorhanden ist. Im Versuch konnte durch Zusatz von 28,6 % Sand zum ursprünglichen „schweren“ Boden eine Steigerung der Zysten Zahl um rund 80 % erzielt werden. Eine Steigerung des Besatzes proportional des Sandzusatzes wurde jedoch nicht beobachtet.

Versuche über das Verhalten der *Heterodera*-Larven außerhalb der Wirtspflanze ließen die außerordentliche Widerstandsfähigkeit und Anspruchslosigkeit derselben gegenüber der Sauerstoffzufuhr erkennen. In den vorliegenden Versuchen konnten in Schneewasser und Leitungswasser noch beinahe 13 Monate nach der Überimpfung lebende Larven nachgewiesen werden. Die gemachten Beobachtungen deuten darauf hin, daß auch lang andauernde Trockenheit von den in den Zysten eingeschlossenen Larven sehr gut vertragen wird.

Die zur Durchführung gebrachten Feldversuche ergaben, daß der Nematodenbefall der Kartoffeln weder durch die Düngung noch durch besondere Kulturmaßnahmen im günstigen Sinne zu beeinflussen ist. Durch erhöhte Stickstoffzufuhr wurde sogar eine vermehrte Zystenbildung beobachtet. Bei der Prüfung verschiedener Kartoffelsorten konnten hinsichtlich des Zystenbesatzes der Wurzeln keine erheblichen Unterschiede festgestellt werden. Die jeweiligen Unterschiede im Ertrag schienen im allgemeinen mehr von dem Zuchtwert und dem Gesundheitszustand der betreffenden Kartoffelsorte als von deren speziellem Verhalten gegenüber dem Schädling abhängig zu sein.

Bei der Prüfung verschiedener Vorfrüchte konnte eine günstige Wirkung durch Lupinen und Steinklee, welche Pflanzen im Vorjahr im grünen Zustand untergebracht worden waren, festgestellt werden. Insbesondere war durch Steinklee der Ertrag der nachgebauten Kartoffeln sehr erheblich gesteigert worden. Der Zystenbesatz der Wurzeln war mehr oder minder verringert, jedoch keineswegs unterdrückt. Eine Bekämpfung des Schädling lediglich durch Auswahl einer besonderen „Feindpflanze“ kann daher praktisch nicht in Frage kommen.

Auch eine Vernichtung des Schädling mit Hilfe von Bodendesinfektionsmitteln scheint wirtschaftlich unmöglich zu sein. Die im Ver-

such zur Anwendung gebrachten Mittel waren teils in ihrer Wirkung unbefriedigend, teils durch zu hohe Kosten ganz und gar unwirtschaftlich. Der Durchführung eines Fangpflanzenverfahrens dürften sich in erster Linie technische Schwierigkeiten entgegenstellen.

Ein eigenartiges Verhalten zeigte hinsichtlich seiner Wirksamkeit das Tieröl, das an Sägespäne adsorbiert, in den Boden gebracht worden war. Während bei der Anwendung dieses Mittel unmittelbar vor dem Legen der Kartoffeln eine deutliche Steigerung des Zystenbehaftes der Wurzeln beobachtet wurde, konnte bei dessen Unterbringung im Vorjahr eine wesentliche Verringerung der Zystenzahl erzielt werden. In bestimmter Menge je Fläche angewandt, stellt das Tieröl demnach gegenüber den Kartoffelnematoden ein Reizmittel dar, das sich zunächst stark stimulierend geltend macht, durch Ausübung andauernd positiver Reize jedoch bis zu einem gewissen Grade letal auf den Schädling einwirkt. Diese letale Einwirkung, die bei alleiniger Anwendung von Tieröl einen nur ungenügenden Erfolg zu bringen vermag, kann durch Anwendung des Mittels nach einer Steinkleegründung zu einer wirtschaftlich absolut befriedigenden Höhe gesteigert werden. Somit scheint in der Anwendung eines „kombinierten Bekämpfungsverfahrens“ die Möglichkeit einer praktischen Bekämpfung der Kartoffelnematoden vorhanden zu sein, ein Verfahren, das wegen seiner Billigkeit und Einfachheit in der Praxis sehr leicht Eingang finden dürfte.

Die vorliegende Arbeit wurde an der Hauptstelle für Pflanzenschutz Rostock ausgeführt und durch Sonderzuwendungen des Reichsministeriums für Ernährung und Landwirtschaft an die Hauptstelle sehr erheblich unterstützt. Es ist daher auch mir eine angenehme Pflicht, dem genannten Ministerium meinen gebührenden Dank auszusprechen. Zu ganz besonderem Dank bin ich verpflichtet meinem verehrten Chef und Lehrer, Se. Magnifizenz Herrn Professor Dr. F. Honcamp, sowie meinem verehrten Abteilungsvorsteher, dem Leiter der Hauptstelle für Pflanzenschutz Rostock, Herrn Landesökonomierat Dr. H. Zimmermann, für das große Interesse und die Unterstützung, die sie meinen Arbeiten zuteil werden ließen.

Literaturnachweis (in Bezug auf den Text).

¹⁾ H. Zimmermann, Bericht der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Mecklenburg-Schwerin und Mecklenburg-Strelitz für das Jahr 1913, 73. Verlag von Eugen Ulmer, Stuttgart. Der gleiche Aufsatz erschien in der Zeitschrift für Kartoffelbau (herausgegeben von der Deutschen Kartoffelbaugesellschaft) 1920, Nr. 6.

²⁾ H. Zimmermann, Nematodenbefall (*Heterodera*) an Kartoffeln, Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten 1920, 30, 139. Vergleiche auch den in den Ar-

beiten des Forschungsinstitutes für Kartoffelbau 1920, Heft 6, 120, veröffentlichten Bericht „Versuche über die Kartoffelnematode“.

³⁾ H. Zimmermann, Versuche über die Kartoffelnematode (*Heterodera Schachtii forma solani*), Ergebnisse 1923 und 1924, Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt 1928, Heft 36, 110.

H. Zimmermann, Nematodenbefall (*Heterodera*) an Kartoffeln, Deutsche Landwirtschaftliche Presse 1921, 47, 562. Der gleiche Aufsatz in Illustrierte Landwirtschaftliche Zeitung 1921, 41, 331 und in Mecklenburgische Landwirtschaftliche Wochenschrift 1920, 4, 1177.

Vergleiche auch:

M. Hollrung, Eine für Deutschland neue Erkrankungsform der Kartoffel. Nematoden! Deutsche Landwirtschaftliche Presse 1921, 47, 507.

W. Baunacke, Nochmals: Nematodenbefall an Kartoffeln, Deutsche Landwirtschaftliche Presse 1921, 47, 567.

⁴⁾ H. Zimmermann, Versuche über die Kartoffelnematode (*Heterodera Schachtii forma solani*). Arbeiten des Forschungsinstitutes für Kartoffelbau 1927, Heft 8, 151.

⁵⁾ Regierungsblatt für Mecklenburg-Schwerin 1922, Nr. 14, 91.

⁶⁾ H. Wollenweber, Krankheiten und Beschädigungen der Kartoffel. Arbeiten des Forschungsinstitutes für Kartoffelbau, 1923, Heft 7, 52.

⁷⁾ H. Goffart, Verwandtschaftliche Beziehungen zwischen dem Rüben- und Kartoffelstamm von *Heterodera Schachtii* Schm. Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft 1928, 238.

⁸⁾ J. Vanha u. J. Stoklasa, Die Rüben nematoden. Paul Parey, Berlin 1896.

⁹⁾ W. Baunacke, Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Rüben nematoden *Heterodera Schachtii* Schm., Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt 1922, 11, 185.

¹⁰⁾ Journal of Helminthology 1928, 6, Nr. 1.

¹¹⁾ E. Berliner und K. Busch, Über die Züchtung des Rüben nematoden (*Heterodera Schachtii*) auf Agar. Biologisches Zentralblatt, 34, 349.

¹²⁾ H. Burgeff, Die Anzucht tropischer Orchideen aus Samen, neue Methoden auf der Grundlage des symbiotischen Verhältnisses von Pflanze und Wurzelpilz. Verlag G. Fischer, Jena 1911.

¹³⁾ A. Strubell, Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung des Rüben nematoden *Heterodera Schachtii*, Bibliotheca zoolog., 1888, Heft 2, 1.

¹⁴⁾ G. Steiner, The Problem of Host Selection and Host Specialisation of certain Plant-infecting Nemas and its Application in the Study of nematode pests, Phytopathology, 1925, 15, Nr. 9.

¹⁵⁾ Hilgermann und Weißberg, Nematodenzüchtung auf Agarplatten, Zentralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde, I. Abtlg., 1918, 80, 467.

¹⁶⁾ S. Rostrop und K. Iversen, Forsøg vedrørende Kløveraalsens Smitteveje Ibid, 1916, 23.

Desgl. vergl. Ibid. 1926, 32.

¹⁷⁾ I. Chatin, L'anguillule de la betterave 1891. Ministère de l'Agriculture (France) Bulletin, ann. 10, No. 5, 457.

¹⁸⁾ H. C. Müller und E. Molz, Versuche über den Einfluß der Vorfrucht auf den Nematodenbefall und den Ertrag der Zuckerrüben. Deutsche Landwirtschaftliche Presse 1923, 50, 287.

¹⁹⁾ O. Fuchs, Beiträge zur Biologie des Rüben nematoden *Heterodera Schachtii*, Zeitschrift für Landwirtschaftliches Versuchswesen in Österreich, 1911, 14, 923.

²⁰⁾ I. Strachan und T. H. Taylor, Potato Eelworm. Journal of the Ministry of Agriculture, London, 32, Nr. 10.

²¹⁾ B. Nebel, Ein Beitrag zur Physiologie des Rübennekrotiden *Heterodera Schachtii* vom Standpunkt der Bekämpfung, Kühn Archiv 1926, 12, 38.

²²⁾ H. Blunck, Die Nematodenverseuchung der Äcker, eine steigende Gefahr für den Haferbau in Schleswig-Holstein. Landwirtschaftliches Wochenblatt für Schleswig-Holstein, 77, 1328 und 1364.

²³⁾ H. Goffart, Versuche zur Bekämpfung der Rübennekrotiden (*Heterodera Schachtii*) mit Calciumcyanid, Arbeiten der Biologischen Reichsanstalt, 15, 249.

²⁴⁾ E. Molz, Einfluß der Stickstoffdüngung auf das Geschlechtsverhältnis des Rübennekrotiden. Landwirtschaftliche Jahrbücher 1920, 54, 769.

²⁵⁾ E. Molz, Reizphysiologische Versuche zur Bekämpfung des Rübennekrotiden (*Heterodera Schachtii*), Fortschritte der Landwirtschaft, 1928, 3, 337.

²⁶⁾ B. Rensch, Eine neue Methode zur Bekämpfung der Rübennekrotiden, Mitteilungen der D.L.G. 1924, 39, 312.

Ueber einige Grundbegriffe der Phytopathologie.

Von Professor Dr. Ernst Münch in Tharandt.

Als De Bary¹⁾ vor einem Menschenalter die Pflanzenkrankheiten in ein System brachte, war der Tatsachenstoff, der damit geordnet werden sollte, noch klein. Die Pflanzenpathologie war noch in den Anfängen, und die von De Bary eingeführten Begriffe und Ausdrücke, wie Parasiten, Saprophyten, Voll- und Halbparasiten, obligate und fakultative Parasiten mochten genügen, um die wenigen damals bekannten Krankheitsbilder zu umfassen. Inzwischen hat sich die Kenntnis der Pflanzenkrankheiten außerordentlich vermehrt und vertieft, und es fragt sich, ob das wissenschaftliche System von damals noch ausreicht, um die angewachsene Tatsachenfülle übersichtlich zu machen.

Diese Frage ist schon einmal erörtert und dabei verneint worden²⁾. Zwar bedienen sich die neueren pathologischen Sammelwerke und Einzelarbeiten noch der De Baryschen Grundbegriffe, aber es sind auch schon gewichtige Stimmen laut geworden, die eine grundsätzliche Neuordnung verlangen. Ich erwähne namentlich die Äußerungen von Stevens³⁾, Coulter³⁾ und von Appel und Westerdijk⁴⁾, die es übereinstimmend für unzureichend halten, alle pathogenen Organismen unter den einen Begriff Parasiten zu bringen, und sehr beachtenswerte Vorschläge zu weiteren Gruppierungen der „parasitären“ Pflanzenkrankheiten machen.

¹⁾ De Bary, Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, S. 381 ff. Leipzig 1884.

²⁾ Stevens F. L., Problems of plant pathology, Botanical Gazette, vol. 63, 1917, S. 297.

³⁾ Coulter, Elementary studies in botany.

⁴⁾ Appel und Westerdijk, Die Gruppierung der durch Pilze hervorgerufenen Pflanzenkrankheiten. Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten, XXIX. Band, Jahrg. 1919, S. 176.

Meines Erachtens handelt es sich um eine für die weitere Entwicklung der Phytopathologie wichtige Frage, die nicht mehr zur Ruhe kommen sollte, bis eine wesentliche Verbesserung des Systems erreicht und eingebürgert ist. Nicht zum wenigsten handelt es sich auch um die Festlegung klarer und bezeichnender Ausdrücke für die Begriffe. Es muß ein passendes Wort beim Begriff, nicht nur „ein Begriff beim Worte sein“.

Ich habe von jeher bei meinen pathologischen Arbeiten den Mangel scharfer Begriffsbestimmungen empfunden und zu beheben gesucht. Nunmehr möchte ich die Einteilungsgrundsätze und Bezeichnungen, wie ich sie seit etwa 7 Jahren in ähnlicher Form in meinen Vorlesungen gebrauche, mitteilen und zur Aussprache stellen.

Vor allem handelt es sich um den Umfang des Begriffes Parasitismus oder besser Parasitie¹⁾.

Dieser Ausdruck ist der älteren und besser durchforschten animalischen Pathologie entlehnt. Dort versteht man unter Parasiten oder Schmarotzer solche Organismen, die dem lebenden Wirt Säfte entziehen und sich von diesen ernähren. Der Bandwurm, die Laus, die im Blut kreisenden Bakterien und Protozoen, die in Raupen schmarotzende Larve der Schlupfwespe und viele andere sind naheliegende Beispiele. Wesentlich für den Begriff der Parasitie ist hier, daß der Wirt am Leben sein muß, um das Leben des Parasiten zu ermöglichen. Stirbt der Wirt, so verhungert die Laus, der Bandwurm usw., die er beherbergt.

Dagegen werden Tiere, die ihr Opfer töten und aufzehren, nicht als Parasiten bezeichnet. Niemand wird die Katze als Parasiten der Maus betrachten.

Bei tierischen Pflanzenschädlingen sind ähnliche Unterschiede zu machen. Den Hasen, die Schnecke, die Raupe kann man nicht als Parasiten der Pflanzen bezeichnen, die sie auffressen, auch dann nicht, wenn sie nicht die ganze Pflanze vernichten, sondern nur Teile davon, und dadurch, z. B. durch Benagen der Blätter, in kranken Zustand versetzen. Dagegen sind die Larven der Gallmücken, Gallwespen, die Pflanzenläuse, die den Wirtspflanzen lediglich Säfte entziehen, wobei diese zunächst am Leben bleiben, unzweifelhaft als echte Parasiten aufzufassen, denn sie können sich von der Pflanze nur so lange ernähren, als diese am Leben ist. Demnach unterscheidet man in der Phytopathologie hinsichtlich der tierischen Erreger zwischen Beschädigungen und eigentlichen Krankheiten.

¹⁾ „Parasitismus“ kommt entweder von *παράσιτεω* = mitspeisen und bezeichnet dann das Streben nach Mitspeisen, oder von *παράσιτιζεν* = einen anderen miternähren. Die Tatsache des Mitspeisens muß als Parasitie bezeichnet werden.

Bei den pflanzlichen Schädlingen, Bakterien, Myxomyceten und Pilzen, macht man dagegen in der Phytopathologie keinen solchen Unterschied zwischen Organismen, die als Parasiten mit lebenden Wirtszellen zusammenleben und solchen Organismen, die die Nährpflanze oder Teile derselben lediglich zerstören und aufzehren, und doch besteht dieser Unterschied und Gegensatz auch hier in voller Schärfe.

Die pathogenen Erisypheen, Exoasceen, Uredineen, Ustilagineen, Exobasidieen und manche Bakterien leben in der Weise von der Wirtspflanze, daß sie lebenden Zellen Stoffe entziehen und für sich verwenden. Die meisten von ihnen sind, um ihren Entwicklungsgang zu vollenden, in der Natur durchaus auf lebende Zellen angewiesen. Stirbt die Wirtspflanze ab, bevor der Parasit zur Sporenbildung gelangt ist, so stirbt auch der Parasit, mit dem Tode der Wirtspflanze erlischt die Parasitie. Die befallenen Zellen werden durch den Parasit nicht getötet, wenigstens nicht unmittelbar, höchstens mittelbar, durch Erschöpfung der Wirtspflanze, Unterbindung des Saftstromes usw. Die befallenen Zellen werden durch den Pilz gleichsam als melkende Kuh geschont, vielfach sogar im Wachstum gefördert, wie an Brandbeulen, Hexenbesen durch *Exoascus*, *Exobasidium* und Uredineen zu sehen ist. Sie können jahrelang und selbst, beim Hexenbesen, jahrzehntelang zusammenleben. Das Mycel solcher echten Parasiten lebt fast immer interzellulär, ins Innere der Wirtszellen dringt es in der Regel nur mit Haustorien ein.

Ganz anders sind die Lebensbedingungen und die Lebensweise einer andern, vielleicht ebenso umfangreichen und mannigfaltigen Gruppe von pathogenen Pflanzen. Die meisten Blattfleckenpilze, die Zerstörer des Holzes und der Rinde der Holzpflanzen, also die Hauptmenge der Ascomyceten, Imperfekten und Hymenomyceten und manche Bakterien leben ziemlich analog den oben angeführten tierischen Pflanzenschädlingen, die die Nährpflanze oder Teile derselben auffressen, aber nicht imstande sind, dem lebenden Gewebe Säfte zu entziehen. Zwischen den Gloeosporien, die in Bohnenschoten oder in Laubblätter Löcher fressen, der Nectria, die Teile der Rinde und des Holzes abtötet und dann teilweise aufzehrt, dem Holzpilz, der die Stämme aushöhlt, besteht hinsichtlich ihrer Ernährungsweise und ihres Verhaltens zur Nährpflanze eine gewisse Übereinstimmung mit der Raupe oder Schnecke oder dem die Baumrinde benagenden Hasen. Es handelt sich hier nicht um Schmarotzertum, sondern um einfache Beschädigung. Wir schlagen für das zu solchen Beschädigungen führende Verhalten des pflanzlichen Schädlings den Ausdruck Perthophytie vor (von $\pi\epsilon\rho\theta\omega$, ich verderbe).

Der übergeordnete Begriff von Parasitie und Perthophytie, die krankheitserregende Lebensweise, ist als Pathophytie zu bezeichnen.

Diese perthophytischen Blattflecken-, Holz- und Rindenpilze sind von einer eigentlichen Parasitie weit entfernt, sie leben niemals von lebenden Zellen der Nährpflanze, vielmehr töten sie diese durch ihre Ausscheidungen ab, in der Regel schon bevor sie sie auch nur erreicht haben. Wenigstens ist das, soweit meine und andere Untersuchungen reichen, stets der Fall bei holzzersetzenden Hymenomyceten und Ascomyceten. Ihre für die Holz- und Rindenzellen giftigen Ausscheidungen werden durch Diffusion oder durch den Saftstrom in gesunde Stellen vertragen und töten dort die lebenden Zellen in einem beträchtlichen Umkreis, der in der Längsrichtung mehrere Dezimeter, in der Querrichtung einige Millimeter betragen kann. Das wachsende Mycel findet dann nur totes Material als Nahrung vor. Auch ohnedies würden diese Mycelien nie dazu kommen, lebenden Zellen Stoffe zu entziehen, also parasitisch zu leben, weil sie sich nicht, wie die Parasiten, mit interzellularem Wachstum begnügen, sondern die Zellen kreuz und quer durchbohren und so auch rein mechanisch töten würden. Ihre Ausbildung erreichen sie ausschließlich auf toten Pflanzen oder Pflanzenteilen. Auf toten Stellen lebt das Mycel noch lange, bei Holzpilzen noch jahrzehntelang weiter, bis das Substrat vollständig zerstört und größtenteils in Pilzsubstanz umgewandelt ist. Blattflecken bildende Ascomyceten und Peronosporaceen bringen ihre Hauptfruchtform immer nur auf getöteten Blattstellen und meist erst auf den abgefallenen, halb verwitterten Blättern hervor. Die Perthophyten leben also niemals wie die Parasiten von lebendem, sondern stets von totem Gewebe.

Das Nährsubstrat dieser Perthophyten braucht aber nicht aus dem von ihnen selbst getöteten Material zu bestehen. Sie können sich auch von anderem toten Material ernähren, z. B. von Holz, das vorher durch Frost, Hitze, Dürre usw. getötet wurde, oder in der Reinkultur von der Nährgelatine, und sie können auf solchem totem Material vielfach auch ihren ganzen Entwicklungsgang durchmachen. In diesem Falle leben sie rein saprophytisch.

Zwischen Perthophytie und Saprophytie besteht also eine nahe Beziehung, gemeinsam ist beiden die Ernährung von totem Substrat. Sie wird deshalb zweckmäßig als Nekrophytie zusammengefaßt.

Dieser grundsätzliche Unterschied zwischen Ernährung von lebendem und totem Substrat bei pathogenen Pflanzen ist schon wiederholt im Schrifttum hervorgehoben worden (vgl. die Zitate am Eingang). Man machte aber keinen Unterschied in der Benennung. Man bezeichnet beides als Parasitie, wenn es nur zu Krankheiten oder Beschädigungen führt, wobei Parasit nichts weiter als Krankheitserreger oder Schädling, nach unserer Bezeichnung „Pathophyt“, bedeutet. Man hat dabei nicht den lebenden oder toten Zustand des befallenen Pflanzenteils

im Auge, sondern den der Gesamtpflanze. Die Unterscheidung in obligate und fakultative Parasiten oder Saprophyten, die seit De Bary (l. c. S. 382) zur Kennzeichnung des Unterschiedes gebräuchlich ist, trifft nicht den Kernpunkt, denn dabei kommen die parasitischen Exoasceen und Ustilagineen, die ebenfalls fakultativ saprophytisch leben können, mit den Perthophyten in dieselbe Gruppe. Es besteht heute noch kein zusammenfassender Ausdruck, um z. B. einen Rostpilz gegenüber einem Hymenomyceten hinsichtlich seiner Lebensweise zu kennzeichnen.

Näher kommt unserm Ziel eine Unterscheidung von Wakker¹⁾, die aber, da sie nur ganz beiläufig bemerkt und ohne weitere Folgerungen gelassen wurde, allgemein übersehen oder vergessen zu sein scheint. Wakker schreibt bei der Besprechung der Pilzwirkung auf das Gewebe der Nährpflanze: In vielen Fällen ist auch der Tod der Zellen eine direkte Folge des Pilzangriffs (*Peziza Sclerotiorum* und Verwandte). Solche Pilze wären vielleicht als Kteinophytes (von *κτενω* ich töte) von den eigentlichen Parasiten zu trennen. Diesen Terminus könnte man wohl gelten lassen. Da er aber auf eine ganz kleine, untergeordnete Pilzgruppe beschränkt wurde, so ist damit nicht viel gewonnen und ihre Ausdehnung auf alle Pilze, die lebendes Gewebe töten und zersetzen, ist, ohne Verwirrung befürchten zu müssen, nicht wohl angängig. Auch betont dieser Ausdruck zu einseitig die Fähigkeit des Abtötens und deutet das auf das Abtöten folgende Zersetzen und Aufzehren des Substrates nicht an, so daß z. B. die holzerstörenden Pilze nur halb gekennzeichnet wären. Diese Pilze sind von Wakker unter Kteinophytes offenbar auch nicht inbegriffen.

Dann ist auch zu beachten, daß die höheren Pflanzen nicht ganz aus lebenden Zellen bestehen sondern auch leblose Teile enthalten. Z. B. sind die Tracheen des Holzes ohne lebenden Inhalt, und das Kernholz der Bäume enthält überhaupt keine lebenden Zellen mehr. Auch diese Teile werden häufig von pathogenen Organismen befallen und aufgezehrt. Die holzersetzenden Baumpilze leben größtenteils, manche ganz vorwiegend, im leblosen Kernholz. Wir begreifen auch diese Lebensweise unter Perthophytie, da vorerst kein zwingender Grund vorliegt zu unterscheiden, ob der befallene Pflanzenteil vom Pilz getötet oder schon von selbst tot war.

Auch die Erreger der Welkekrankheiten, die sich vom Saft der leblosen Tracheen ernähren, wären demgemäß am besten als Perthophyten zu bezeichnen.

¹⁾ Wakker, Untersuchungen über den Einfluß parasitärer Pilze auf die Nährpflanze, Jahrb. wiss. Bot. XXIV.

Wir schlagen folgende Einteilung vor:

Lebensweise heterotropher Pflanzen.

1. **Parasitie:** Das Leben von Stoffen, die den lebenden und zunächst am Leben bleibenden Zellen der Wirtspflanze entzogen werden.

Hat die Wirtspflanze dabei nur oder überwiegend Schaden, so liegt eigentliche Parasitie vor, hat die Wirtspflanze vom Parasiten auch Nutzen, so handelt es sich um Symbiose.

2. **Necrophytie:** Die heterotrophe Pflanze lebt von toten Stoffen.

- a) **Perthophytie:** Das tote Nährsubstrat besteht aus Teilen der lebenden Nährpflanze, die durch die heterotrophe Pflanze selbst abgetötet wurden oder an sich schon leblos waren.

- b) **Saprophytie:** Das Substrat war schon aus andern Gründen tot.

Hat man lediglich die Ernährungsweise im Auge, so spricht man besser von Nekrotrophie, Perthotrophie, Saprotrophie und Parasitotrophie. Die Krankheiten selbst wären als Parasitosen, Symbiosen, Nekrosen, und zwar Perthosen zu bezeichnen. Dazu kämen die Saproten als nicht pathologische Vorgänge.

Daß dieser Einteilung nicht die Organismen selbst, sondern ihre Lebensweise zugrunde gelegt ist, daß also zunächst nicht zwischen Parasiten und Nekrophyten usw. unterschieden wird, ist dadurch veranlaßt, daß manche Organismen sowohl die eine wie die andere Lebensweise einhalten können. Doch tut das der Schärfe unserer vorstehenden Definitionen keinen Abbruch. Jede dieser Ernährungsarten ist genau und fast Übergangslos von den übrigen abzugrenzen.

Es besteht jedoch das Bedürfnis, auch die heterotrophen Organismen als solche zu klassifizieren. Dazu können auch zum Teil die bisher schon üblichen, von van Tieghem und De Bary stammenden Bezeichnungen verwandt werden, die aber schärfer und eindeutiger gebraucht werden möchten als es gewöhnlich geschieht.

Von den größeren Pflanzengruppen sind die Uredineen und die Erisypheen ausschließlich auf parasitäre Lebensweise angewiesen und daher als reine Parasiten oder Vollparasiten (Holoparasiten) zu bezeichnen.

Ihr Leben ist durchaus, in allen Entwicklungsstadien, an lebende Zellen der Wirtspflanze gebunden. Es scheint, daß nur die lebende Zelle der Pflanzen, an die der Pilz angepaßt ist, die zur Ernährung des Pilzes nötigen Stoffe liefern kann. Wenigstens ist es noch nicht gelungen, sie in künstlicher Kultur zu züchten. Hier finden wir auch die höchsten Grade der spezialisierten Anpassung. Ebenso rein wie bei den Uredineen

ist der Parasitismus bei den Erisypheen. Hier kommt es zwar leichter vor, daß befallene Blattstellen durch reichliches und vielleicht besonders virulentes Mycel getötet werden, aber dann scheidet diese Stelle auch für die Ernährung des Pilzes aus und der Parasit stirbt an dieser Stelle ab.

Andere Gruppen von Parasiten können dagegen einen Teil ihres Lebenslaufes auch saprophytisch außerhalb der Wirtspflanze verbringen. Sie sind daher als Halbparasiten (Hemiparasiten) zu bezeichnen. Hieher gehören die Exoasceen, Ustilagineen und gewisse Symbionten. Aber auch die meisten von diesen können ihren ganzen Entwicklungsgang mit allen ihnen möglichen Fortpflanzungsorganen in voller Ausbildung nur dann vollenden, wenn eine parasitäre Entwicklungsstufe in ihren Lebensgang eingeschaltet ist.

Die Exoasceen leben, solange sie sich in der Wirtspflanze aufhalten, rein parasitisch und erzeugen nur auf dieser ihre typischen Aeci. Auf Nährgelatine und vielleicht auch auf totem Substrat in der Natur, sprossen aber ihre Sporen saprophytisch weiter.

In noch höherem Maße ist diese doppelte Lebensweise möglich bei den Ustilagineen. Das Mycel der Brandpilze wächst rein parasitär mit der Wirtspflanze auf. Wenn aber Brandsporen auf geeignetes totes Substrat gelangen, so findet üppiges saprophytisches Wachstum mit Konidienbildung, ausnahmsweise auch Brandsporenbildung, statt.

Auch die Symbionten, Mycorrhizenpilze, Knöllchenbakterien, Flechtenpilze können nebenbei und selbst notwendig saprophytisch leben. Auch hier dürfte der Fall überwiegen, daß zur vollen Entwicklung und Fruchtbildung ein symbiontisches Stadium eingeschaltet werden muß. So können die Boleten als Mycel zwar, wenn auch schlecht, auf Nährgelatine und wohl auch im Waldhumus leben, aber die Fruchtkörper entstehen nur bei Symbiose mit Baumwurzeln.

Um zu einer eindeutigen Terminologie zu kommen empfiehlt es sich, bei der Definition De Bary's zu bleiben, wonach alle Voll- und Halbparasiten, die, um ihren vollen Entwicklungsgang zu vollenden, wenigstens zeitweise in der Wirtspflanze parasitisch leben müssen, obligate Parasiten zu nennen sind. Der Ausdruck fakultative oder Gelegenheitsparasiten wäre für solche Parasiten vorzubehalten, die auch außerhalb der Wirtspflanze saprophytisch ihren vollen Entwicklungsgang durchlaufen können. Nach dem jetzigen Stand der Pathologie scheint dieser Fall seltener zu sein. Die Knöllchenbakterien, manche Mycorrhizenpilze, Peronosporineen und vielleicht manche Brandpilze sind hieher zu rechnen.

Parasitie und Saprophytie sind also bei der gleichen heterotrophen Pflanze nicht selten anzutreffen. Viel seltener sind dagegen Pflanzen, die sowohl parasitisch als perthophytisch leben können, oder bei denen es zweifelhaft bleibt, welcher Modus eingehalten wird.

Die Wurzel der im übrigen parasitischen Mistel löst das Rindengewebe der Wirtspflanze auf und saugt es vermutlich auf, die Brandpilze zerstören das Gewebe des Fruchtknotens und verwandeln es in Sporenmasse, *Rhytisma* bildet nach parasitärer Lebensweise auf dem zerstörten Blattgewebe seine Fruchtkörper aus und auch bei andern Blattpilzen mögen derartige Übergänge vorkommen. Das Mycel der Peronosporineen lebt interzellulär mit Haustorien und ernährt sich durch Stoffentzug aus lebenden Wirtszellen, die bei manchen Arten, wie *Albugo*, lange am Leben bleiben, es ist also als parasitisch zu bezeichnen. Bei manchen Arten aber, besonders *Phytophthora*, führt der Befall zum baldigen Tod der Wirtszellen, sodaß die pathologische Wirkung der Perthophytie entsteht. Aber auch diese Fälle unterscheiden sich doch recht deutlich von eigentlicher Perthophytie, wie sie bei den holzzerstörenden Pilzen usw. vorliegt, und können die Grenze zwischen beiden Modi nicht verwischen. Eine besondere Bezeichnung für solche Vorkommnisse ist vorerst nicht veranlaßt.

Dagegen ist die Vereinigung von perthophytischer und saprophytischer Lebensweise auf die gleiche heterotrophe Pflanzenart und das gleiche Entwicklungsstadium ganz regelmäßig. Alle Perthophyten können, wie oben ausgeführt, auch saprophytisch leben, wenn auch vielleicht nicht alle in der Natur, so doch in Reinkultur. Viele Hymenomyceten können gleichzeitig den an sich schon toten Kern oder eine durch Rindenbrand usw. getötete Stammstelle saprophytisch und den lebenden Splint perthophytisch befallen. Ebenso können die in der Regel saprophytischen Schimmelpilze *Mucor*, *Penicillium*, *Botrytis* usw. gelegentlich auch lebende Pflanzenteile, Samen, Früchte, in feuchter Luft auch Blätter und Sprosse, angehen und töten. *Nectria cinnabarina* lebt ebenso vollkommen auf erfrorenem, abgeschlagenem oder sonstwie getötetem Holz saprophytisch wie auf unversehrten Sprossen perthophytisch, *Agaricus melleus* ebenso vollkommen in Humus und Laubresten wie in lebenden Bäumen, hier als Perthophyt.

Alle Perthophyten lassen sich also in künstlicher Kultur auch saprophytisch ernähren, wenn auch manche von ihnen, wie manche gut angepaßte Blattfleckenpilze, dabei nur langsam wachsen, und manche vielleicht auch nicht zur vollen Fruchtbildung zu bringen sind. Sieht man aber von dieser künstlichen Kultur ab und betrachtet nur ihr natürliches Vorkommen, so zeigt sich, daß viele Perthophyten doch in hohem Maße auf lebende Pflanzen angewiesen sind und wahrscheinlich nur auf diesen natürlich vorkommen, weil sie sich auf ursprünglich schon totem Substrat gegen die eigentlichen Saprophyten, Schimmelpilze und Bakterien, auf die Dauer nicht halten können und jedenfalls nicht zur Ausbildung ihrer Fruchtkörper kommen. Die Hysteriaceen und andere Blattfleckenpilze dürften hieher zu rechnen sein. Ihre Frucht-

formen sind in der Natur nur auf Blättern bekannt. Der Grund ist, daß sie beim Eindringen in lebendes Gewebe einen Vorsprung erreichen, da ihnen die Saprophyten hier nicht zuvorkommen und zunächst nicht folgen können. Sie könnten in diesem Sinne als obligate Perthophyten den fakultativen Perthophyten gegenübergestellt werden, die sich ebensowohl perthophytisch wie saprophytisch voll entwickeln können und mit dem gleichen Recht auch fakultative Saprophyten genannt werden könnten. Doch ist die Abgrenzung dieser obligaten Perthophyten nicht scharf durchzuführen. Eine Unterteilung der Perthophyten ist auch weniger notwendig und nur für die extremen Fälle zu empfehlen.

Als Gegenstück zu den Vollparasiten gibt es Voll-(Holo-)Saprophyten, wie manche Fäulnisbakterien und Humuspilze, und Halb-(Hemi-)Saprophyten, dagegen nicht Vollperthophyten, denn die Perthophyten sind alle Halbperthophyten, weil sie nebenbei alle, wenn auch zum Teil nur unvollkommen, auch saprophytisch leben können.

Demnach wären die heterotrophen Pflanzen vom pathologischen Standpunkt aus folgendermaßen einzuteilen:

1. **Parasiten:** Können sich von lebendem Substrat ernähren.

a) **Obligate:** Der volle Entwicklungsgang wird nur bei wenigstens teilweise parasitärer Lebensweise erreicht.

aa) **Vollparasiten (Holoparasiten):** Ohne saprophytische Zwischenstadien.

bb) **Halbparasiten (Hemiparasiten):** Saprophytische Stadien kommen vor.

b) **Fakultative (Gelegenheits-)Parasiten:** Können sich bei saprophytischer Lebensweise voll entwickeln, aber gelegentlich auch parasitär werden.

2. **Nekrophyten:** Ernähren sich von totem Substrat.

a) **Perthophyten:** Befallen lebende Pflanzen, leben aber nur von totem Gewebe, das sie entweder selbst getötet haben, oder das schon von Natur leblos war (z. B. Kernholz). Sind alle auch Halbsaprophyten. Vollperthophyten fehlen.

aa) **Obligate:** Kommen in der Natur nur auf Pflanzenteilen zur vollen Entwicklung, die sie lebend befallen und dabei getötet haben.

bb) **Fakultative:** Können sich in der Natur auch auf totem Substrat, das sie nicht selbst getötet haben, oder das nicht lebenden Pflanzenteilen angehört, voll entwickeln und gelegentlich auch lebende Pflanzen befallen (Gelegenheitsperthophyten).

b) Saprophyten: Leben von totem Substrat, das sie nicht selbst getötet haben.

aa) Vollsaprophyten: Leben ausschließlich saprophytisch (nicht pathogen).

bb) Halbsaprophyten: Alle Perthophyten und die Halbparasiten. Sie gehören zu den Pathophyten.

Unsere Einteilung der Parasiten entspricht der von De Bary, nur sind dessen Ausdrücke „Streng obligate Parasiten“ und „fakultative Saprophyten“ durch die klareren Bezeichnungen Voll- und Halbparasiten ersetzt, da sie sich, mit Recht, nicht eingebürgert haben.

Auf die weitere Einteilung der Saprophyten in obligate und fakultative kann in der Pathologie verzichtet werden.

Da auch die grünen Schmarotzer, *Viscum*, *Melampyrum* u. a., mit Rücksicht darauf, daß sie ihre organischen Stoffe zum Teil durch eigene Blattassimilation, zum Teil parasitisch aus fremden Pflanzen beziehen, als Halbparasiten bezeichnet werden, ist es wünschenswert, sich auf eine Unterscheidung von den vorhin bezeichneten Halbparasiten anderer Art zu einigen. Jene grünen Pflanzen stehen in der Mitte zwischen autotrophen und heterotrophen Pflanzen und könnten als mesotroph, und hinsichtlich ihres Parasitismus als Mesoparasiten bezeichnet werden. (Der Ausdruck Mesophyten ist schon vergeben für die zwischen Xerophyten und Hygrophyten stehenden Pflanzen).

Auf den grundsätzlichen, wichtigen Unterschied zwischen Ernährung aus lebenden und aus toten Zellen habe ich schon in meiner Dissertation¹⁾ aufmerksam gemacht, damals aber von einer besonderen Namentgebung abgesehen. Inzwischen habe ich mich aber vielfach überzeugt, daß das Zusammenwerfen beider Begriffe die Verständigung erschwert und zu vielen Mißverständnissen Anlaß gibt. Eine Folge ist z. B. die falsche Meinung, zur Feststellung der pathogenen Wirkung sei erforderlich, daß der Krankheitserreger an lebenden Pflanzenteilen angetroffen werde. Perthophyten werden niemals an lebenden Pflanzenteilen angetroffen, höchstens als Keimschläuche, denn sofort mit dem Eindringen derselben sterben die befallenen Gewebsteile ab. Dieses Mißverständnis hat seinerzeit dazu beigetragen, daß die „Pilztheorie“ als Erklärung der Pflanzenkrankheiten besonders in der Forstwissenschaft nur schwer Eingang gefunden hat.

Die scharfe Abtrennung der Perthophyten von den Parasiten ist noch aus andern Gründen wichtig. Die grundverschiedene Lebensweise beider Schädlingsgruppen bringt es mit sich, daß sie ganz verschiedene Dispositionsumstände, besonders in der Empfänglichkeit der Nährpflanze, erfordern, um zur Entfaltung und zur krankheitserregenden Wirkung zu kommen.

¹⁾ Münch, E., Unters. u. Immunität und Krankheitsempfänglichkeit der Holzpflanzen. Naturwiss. Ztschr. f. Forst- u. Landwirtsch. 1909.

Da die Parasiten auf den lebenden Zustand der Wirtspflanzen angewiesen sind, ist es für sie kein Vorteil, wenn die Wirtspflanze in ihren Lebensäußerungen durch fremde Umstände, Nährstoffmangel, Dürre, Frost usw., geschädigt ist, unter Umständen kann der Parasit dadurch sogar selbst Schaden leiden. Rost, Brand, Mehltau, Hexenbesen, entwickeln sich auch auf den üppigsten, in jeder Hinsicht bestgeeigneten Pflanzen und Pflanzenteilen, ja auf solchen anscheinend sogar besonders üppig. Den reichlichsten Mehltau findet man an den wüchsigsten Eichenstockausschlägen, die schönsten Hexenbesen auf den saftigsten Kirschenbäumen und wüchsigsten Tannen. Auch Wunden, als Eingangspforten, sind für sie nicht erforderlich. Die Empfänglichkeit der Wirtspflanze wird nicht durch irgendwelche Schwächung oder Schädigung bedingt, sie wechselt nach Entwicklungszuständen, besonders des Hautgewebes, das bei voller Ausreifung und Kutinisierung in vielen Fällen Schutz bietet. Besonders wichtig sind bei Parasiten die äußeren Bedingungen der Sporenverbreitung und Sporenkeimung, wie Luftfeuchtigkeit und Temperatur. Von individueller Empfänglichkeit abgesehen entscheiden diese Umstände bei parasitären Krankheiten oft allein über die Reichlichkeit des Befalles und die Entstehung von Epidemien.

Dagegen sind sehr viele Perthophyten in hohem Maße von dem Gesundheitszustand der Nährpflanze abhängig, indem sie, im geraden Gegensatz zu den Parasiten, durch Kränklichkeit der Nährpflanze gefördert werden. Viele Perthophyten können gesunde, intakte Nährpflanzen überhaupt nicht angehen oder werden von ihr, nachdem sie eingedrungen sind, nachträglich, bei gebesserter Gesundheit, unterdrückt. Gesunde Bäume ohne Wundstellen oder solche, die reichlich mit Nährstoffen und Wasser versorgt sind, verhalten sich immun gegen die meisten Holz- und Rindenperthophyten, auch künstliche Infektionen bleiben an solchen Bäumen erfolglos. Durch Schwächung durch Dürre, Nässe, Frost, Rauchschaden, Bodenmängel usw. werden sie dagegen anfällig und erkranken an solchen perthophytischen Pilzen. Es treten dann viele Pilze als Perthophyten auf, die sonst nur saprophytisch leben. Parasiten aber werden durch solche Schäden nicht gefördert. Nur Perthophyten können Schwächeparasiten sein.

Doch gilt das nicht für alle Perthophyten-Arten, namentlich nicht für Peronosporeen und viele Blattfleckenpilze, bei denen ähnliche äußere Dispositionsumstände sowie Art und Sorte der Nährpflanze, wie bei den blattbewohnenden Parasiten, maßgebend sind. Im ganzen aber ist ein grundsätzlicher Unterschied in der Disposition der Parasiten- und Perthophytenkrankheiten unverkennbar, und man gibt für Lehre und Forschung ein wichtiges Unterscheidungsmittel aus der Hand, wenn man beiderlei Krankheiten und Krankheitserreger nicht auseinanderhält.

Berichte.

II. Krankheiten und Beschädigungen.

A) Physiologische Störungen.

2. Nicht parasitäre Störungen und Krankheiten.

Ramsey, G. B. and Butler, L. F. Injury to onions and fruits caused by exposure to ammonia. (Beschädigung von Zwiebeln und Früchten durch Ammoniak.) Journal of Agric. Res., Bd. 37, S. 339—348, 1928.

Bräunliche und grünlich-schwarze Verfärbungen treten häufig an Zwiebeln, aber auch an Früchten (Äpfeln, Birnen, Bananen und Pfirsichen) während der Lagerung in künstlich gekühlten Räumen auf. Verfasser konnten durch ihre Versuche zeigen, daß diese durch Ammoniak hervorgerufen werden. Die Beschädigungen bestehen in einer Verfärbung der äußeren trockenen Schalen der Zwiebel und einem Schwarzwerden der Lentizellen der Äpfel und Birnen, oder die Zwiebeln, Birnen, Bananen und Pfirsiche werden weich und mißfarbig. Die Stärke der Schädigung hängt ab von der Menge des Ammoniaks, von der Dauer der Einwirkung und der Luftfeuchtigkeit, kaum aber von der Temperatur. W. Müller.

Sellschop, J. P. F. and Salmon, L. F. The influence of chilling, above the freezing point, on certain crop plants. (Der Einfluß von Kälte oberhalb des Gefrierpunktes auf verschiedene Kulturpflanzen.) Journal of Agric. Res., Bd. 37, S. 315—338, 1928.

Die Einrichtung des Gewächshauses und die Versuchsanstellung werden ausführlich beschrieben; desgleichen die an den untersuchten Arten auftretenden Beschädigungen. Die Versuche erstreckten sich: 1. Auf die Dauer der Kälteeinwirkung: bei 0,5—5° C wirkten 24 und 36 Stunden tödlich auf Reis, Sammetbohne (*Stizolobium deeringianum*) und Baumwolle; die Kuhbohne (*Vigna catjang sinensis*) wurde entblättert; bei 48stündiger Einwirkung zeigten zunächst keine Schäden, gingen aber später ein: Erdnuß (*Arachis hypogaea*), Sudangras (*Andropogon sudanense*) und Teffgras (*Eragrostis abyssinica*), während Mais, Sorghum (*Holcus sorghum*), Wassermelone (*Citrillus sp.*) und Kürbis nur wenig beschädigt wurden; Sojabohne, Kartoffeln, Buchweizen, Teparybohne (*Phaseolus acutifolius*), Tomate, Sonnenblume und Flachs erwiesen sich als außerordentlich fest, sie hielten eine 84- und 96stündige Einwirkung ohne Schaden aus. Bei 5—10° C wurde die Kuhbohne bei 24stündiger, die Sammetbohne und Baumwolle bei 60stündiger Einwirkung beschädigt. 2. Auf Sortenunterschiede: geprüft wurden je 3 Sorten von Baumwolle und Erdnuß; es ergaben sich bemerkenswerte Sortenunterschiede. 3. Auf den Einfluß der Bodenfeuchtigkeit: die Schädigungen waren viel stärker in feuchtem Boden als in trockenem bei Kuhbohne, Erdnuß, Mais und Sammetbohne; bei der Sojabohne

verhielt es sich umgekehrt. 4. Auf den Einfluß des Alters der Pflanzen: junge Pflanzen von Kuhbohne, Baumwolle und Sammetbohne litten stärker als alte. 5. Auf den Einfluß von Salzlösungen: im allgemeinen nahm die Stärke der Schädigungen zu in folgender Reihenfolge: KNO_3 , KCl , Kontrolle mit gleicher Menge Wassers, CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NaCl , Na NO_3 ; schützend wirkten also die Kalisalze. W. Müller.

B) Parasitäre Krankheiten verursacht durch Pflanzen.

1. Durch niedere Pflanzen.

d. Ascomyceten.

Fellows, H. The influence of oxygen and carbon dioxide on the growth of *Ophiobolus graminis* in pure culture. (Der Einfluß des Sauerstoffes und der Kohlensäure auf das Wachstum von *Ophiobolus graminis* in Reinkultur.) Journal of Agric. Res., Bd. 37, S. 349—355, 1928.

Der Pilz wurde auf einem festen (Kartoffel-Dextrose-Agar) und auf einem flüssigen Substrat (Kart.-Dextrose-Abkochung) gezogen. Die Sauerstoffkonzentration wurde von 0,2—21,3% variiert; auf dem flüssigen Medium nahm das Wachstum mit sinkender Konzentration allmählich ab; auf dem festen waren die Unterschiede nur gering bei mehr als 6% Sauerstoff, bei geringerem Gehalt ließ das Wachstum nach. Die Kohlensäurekonzentration wurde von 0,25—18% variiert, wobei das Wachstum des Pilzes auf dem festen und flüssigen Substrat stets gut war. Nach diesen Befunden können die im Ackerboden auftretenden Schwankungen im Gehalt an diesen beiden Gasen das Wachstum des Pilzes kaum wesentlich beeinflussen. W. Müller.

V. Gesetze und Verordnungen und besondere Einrichtungen (Organisation, Institute).

Reh. Aus dem Budget des Ackerbau-Ministeriums der Vereinigten Staaten von Nordamerika für 1920/30. Anz. f. Schädlingskunde, Heft 2, Jg. V, 1929, S. 27.

Das Gesamtbudget beträgt 143148047 Doll. Bücherei 102000, Viehzecken 736000, Botanik 4797843, Forstwirtschaft 12814280. Forschungen über Insekti- und Fungizide 83765, Entomologie 1872670, davon Insekten der Laub abwerfenden Obstbäume 352790, der tropischen und subtropischen Fruchtbäume 130500, der Gemüse 278560, Forstinsekten 194000, Getreide und Futtermittel 470620, verschiedene Insekten 83000, Vorratsinsekten 71900; Systematik und Bau der Insekten 145000. Bienenzucht 54400, Untersuchung über höhere Tiere 1424166, davon über Nahrung der Säugetiere und Vögel 628273. Untersuchung und Bekämpfung eingeführter Insekten und Pilze 2618500. Ausführung der Insektenbekämpfungsgesetze 224000. Weber.